台灣省農業試驗所特刊第45號

根莖作物生產改進及加工利用研討會專刊

中華民國八十二年十一月二十五日至二十六日
於嘉義農業試驗分所

台灣省農業試驗所
嘉義農業試驗分所　主辦

行政院農業委員會
台灣省政府農林廳　補助

嘉義農業試驗分所　編印

中華民國八十三年六月

台灣省農業試驗所特刊第45號　　ISBN：957-00-4106-4

根莖作物生產改進及加工利用研討會專刊

中華民國八十二年十一月二十五日至二十六日於嘉義農業試驗分所

杜金池　程永雄
陳一心　廖嘉信　主編

台 灣 省 農 業 試 驗 所
嘉 義 農 業 試 驗 分 所　主 辦

行 政 院 農 業 委 員 會
台 灣 省 政 府 農 林 廳　補 助

嘉 義 農 業 試 驗 分 所　編 印

中 華 民 國 八 十 三 年 六 月

TARI Special Publication No : 45 ISBN : 957-00-4106-4

Proceeding of A Symposium on

Root Crop Yield Improvement, Processing and Utilization in Taiwan.

Held at Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI. Chiayi, Taiwan,
Republic of China, November. 25-26, 1993

Edited by
C. C. Tu, Y. H. Cheng, Y. S. Chen and
C. H. Liao

Sponsored by
Council of Agriculture, Executive Yuan
Taiwan Provincial Department of Agricultural and Forestry,

Published by
Chiayi Agricultural Experiment Station
Taiwan Agricultural Research Institute
June 1994

根莖作物生產改進及加工利用研討會　82.11.25於嘉義農試分所

目　錄

開幕典禮

台灣省農業試驗所杜所長致詞……………………………………………………………… I

台灣省農業試驗所嘉義分所程分所長致歡迎詞……………………………………………… II

專題演講

主持人：杜金池

台灣根莖作物產業概況………………………………行政院農委會農糧處長　古德業……　1

遺傳與育種

主持人：曾富生、陳建山

1. 台灣甘藷品種改良之成就與展望……………………………李　良、廖嘉信……　11
2. 馬鈴薯育種現況…………………………………曹幸之、鄧汀欽、曾明懋……　29
3. 芋品種改良…………………………………黃賢喜、韓青梅、陳東鐘、戴順發……　39
4. 山藥之品種改良………………………………劉新裕、王昭月、宋麗梅、徐原田……　71
5. 台灣甘藷野生近緣種收集及其分佈……………………………………嚴新富……　87
6. 甘藷同功異構酶之分析與利用……………………………羅筱鳳、陳榮芳……　135

生理及栽培管理

主持人：蔡文福、韓又新、劉大江

7. 甘藷光合產物與產量……………………………………………郭忠吉、林惠美……　147
8. 根莖作物之施肥…………………………………………………………黃山內……　163
9. 甘藷栽培技術改進……………………………………………………姜金龍等……　171
10. 甘藷的病毒及似病毒病害……………………………………徐堯煇、李青蔚……　197
11. 臺灣根莖薯類作物線蟲病害之發生…………蔡東纂、程永雄、林奕耀、陳昭豐……　209
12. 甘藷蟲害管理及性費洛蒙利用…………………………………黃振聲、洪巧珍……　229
13. 甘藷健康種苗培育……………………………………………羅淑芳、廖嘉信……　247
14. 馬鈴薯健康種薯之繁殖與檢查…………………………………………吳　榮……　255
15. 不同山藥品系之生產與品質研究…………劉新裕、王昭月、宋麗梅、徐原田……　265
16. 長形山藥之生產改進與貯藏之研究……………………………………黃　鵬……　283

加工利用及推廣

主持人：林子清、林俊彥

17. 台灣甘藷加工業的過去與未來展望……江文章…… 299
18. 甘藷與馬鈴薯之營養價值……楊瑞玉、洪瑞良、鄒篪生…… 307
19. 甘藷之營養與食用法……林妙娟…… 319
20. 根莖農產品(芋頭、甘藷)於烘焙加工產品之應用……施坤河…… 329
21. 冷凍甘藷條品質改進及甘藷加工品之開發……丘志威…… 339
22. 粉末山藥之製備及其貯藏期間品質變化之研究……曾慶瀛、余哲仁、劉新裕…… 345

綜合討論

主持人：何偉眞、林子清、林俊彥、杜金池、李良、陳建山…… 359
附　錄：研討會籌備委員及工作人員一覽表…… 361

台灣省農業試驗所杜所長金池致詞

行政院農業委員會古處長、各位貴賓、各位女士、各位先生：

今天台灣省農業試驗所嘉義分所召開「根莖作物生產改進及加工利用研討會」，國內從事根莖作物學術研究、生產改進與加工利用有關的專家學者及工作同仁，能集聚一堂，以兩天時間來共同研討，機會非常難得，金池很榮幸代表廳長參與盛會，想藉此機會向在座各位農業學者、專家及工作伙件，多年來對本省農業所作的努力與貢獻，表示由衷的謝意。

本省根莖作物種類繁多，主要者有甘藷、馬鈴薯、芋頭、樹薯、山藥、蘿蔔、胡蘿蔔、薑等作物，爲主要澱粉、飼料與蔬菜園藝作物，比如其中之甘藷，原爲本省早期最主要禽畜飼料、澱粉加工原料與輔助糧食，民國四十三年栽培面積曾高達二十四萬多公頃，但自從國人生活水準提高，廉價大宗穀物大量進口後，甘藷用途雖有很大改變，惟因甘藷塊根富含多種維生素，近年來在嘉義農業試驗分所及桃園區農業改良場積極培育下，已育成多種適合食用及各種加工用之優良品種，其品質在市場上頗受消費者喜愛，因此，目前仍維持一萬多公頃栽培面積，而其他如馬鈴薯、蘿蔔、胡蘿蔔、芋頭、薑等作物，都是人民日常生活上不可缺少的重要根莖類重要園藝作物，因此，每一項作物栽培面積仍達二一五千公頃左右，表面上看來，這些作物產業微不足道，但賴以維生的農民眾多，其生產豐歉，對民生影響至爲密切。

近年來，在國內外營養專家、學者的研究之下，證實根莖作物富含人體健康所需要的食物性纖維素及維他命等，因此，這些作物在市場上的需求性將益形重要。個人認爲，今後之研究改良重點，在品種改良方面，應以市場爲導向，加強高品質多用途之品種培育，讓農民在栽培品種上，能有多樣選擇機會；在栽培管理技術方面，應依據各作物特性與栽培環境，研究發展適合機械化作業之省工栽培技術，使能降低成本，提高農民種植意願；在食品加工方面，國內有關學術、試驗研究單位與業者間，宜加强彼此合作，密切配合，以研發具高科技，有特色、可自動化生產、消費市場廣的加工產品，並力求產品之多樣化與精緻化，以高價位的加工產品，向國內外賣出，迎合消費者需要。

此外，本省根莖類作物，大多爲具有地區性、本土化特色之農特產品，產品之品質特性上，也具有如甘藷之體積龐大，長途運輸不合經濟原則等特性，對我國即將加入關稅及貿易總協定後，需要面對開放農產品進口之衝擊性較小，如能加强研究產品消費層面，誘導國人普遍喜愛消費習慣，從本土化產品方向力求突破，相信仍有很大發展空間。

本次研討會研討主題，包括根莖作物遺傳與育種、生理及栽培管理、加工利用及推廣三大項，有二十二項子題，將由各位專家、學者提出論文報告，經大家共同砌磋研討後，將研討結論與成果，供爲研訂今後根莖類作物研究發展策略與產銷技術改進之參考，可以說集學術、研究、推廣相關專家之智慧與研究成果，在研討會上發表或討論，相信研討會成困將非常豐碩。

本次研討會承行政院農業委員會及農林廳支持與補助經費，使會議能順利舉行，也藉此表示感謝。

最後敬祝研討會圓滿成功，各位身體健康！萬事如意！謝謝！

台灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所

程分所長永雄致歡迎詞

農委會 古處長、杜所長、各位貴賓、各位女士 先生：

首先代表台灣省農業試驗所嘉義分所歡迎長官貴賓及各位專家學者們蒞會指導，謹致最誠摯歡迎之意，同時感謝各位平日對本分所研究工作的指導支援與愛護。這次在此召開「根莖作物生產改進及加工利用研討會」很難得聚集學者專家以及研究同仁於一堂，大家利用兩天時間共同研討，相信對本土化特色相當濃厚的根莖作物未來發展會有相當貢獻。本次研討會共有三項主題涵蓋㈠遺傳育種㈡生理及栽培管理㈢加工利用及推廣等，範圍廣泛又切實際兼具基礎與應用價值。未來我國為了因應農產品自由貿易潮流，對國內作物生產將有重大衝擊，國外農產品因為運輸條件之不經濟性等不利因素以及本土化、地區性農產品特色與品質要求下，甘藷等項根莖作物，今後可朝向多樣化、精緻化方向努力，提供能滿足國人消費習慣之產品，在這情況下相信甘藷等根莖作物生產與加工利用仍具有相當美景。今天在這棟大樓舉辦研討會；覺得非常難得與興奮，因為五年來的規畫有了結果；本大樓承行政院農業委員會孫主任委員於廳長任期內大力支持，與邱廳長督導支援下，將本分所規畫分為試驗田區、溫網室區、行政區、停車場等，同時辦理景觀改善工作，以期發揮設施之整體性與綜合性功能；本大樓內除部份空間提供行政功能外，在地下室設置組合式冷藏室供為貯存根莖類作物種原及育種材料，分擔部份國家種原庫保存工作，另有種子與種苗保存、農園產品低溫處理、病毒DAN萃取操作室等功能。一樓實驗室內規畫為精密儀器室，HPLC，GC，AA等儀器設備，進行農園藝作物高品質多用途品種選育篩檢工作，以增進果品與農產品品質。並有高速離心機等貴重儀器設備，供病毒病害研究方面，用於病毒DAN萃取使用，另配合生物技術研究，有性能優異高倍顯微鏡組等設備，提供所內同仁使用。二樓設有圖書室，三樓大禮堂供為學術研究成果發表及推廣教育處所。本大樓首次利用，日後陸續將有相關研討會或訓練講習會的舉辦，例如下月12月10日水土保持局將在此舉行四天山地保育講習會，明年3月份「微生物肥料及有機物質對農業永續性生產力之效應」的研討會在此舉辦，歡迎各位提供改進竟見，以發揮本大樓研究教育推廣之功能。

本研討會承行政院農業委員會及省政府農林廳補助經費，及蒙學者專家支持提供論文發表與多位有名學者及長官擔任主持人，至表謝意。本分所同仁在籌辦過程中相當辛勞，也在此慰勉他們。

研討會中若有不便之處請包涵指正，更希望各位專家學者於研討會中熱烈參與討論切磋，使這次研討會成果更加豐盛。

最後再次謝謝各位貴賓、女士、先生光臨指導，敬祝各位萬事順意，身體健康，謝謝。

台灣根莖作物產業概況

行政院農業委員會農糧處
處長 古德業

前 言

台灣之根莖類作物種類繁多，有甘藷、馬鈴薯、芋、山藥及樹薯等澱粉性作物，及蘿蔔、胡蘿蔔、薑、牛蒡、荸薺、豆薯、蓮藕及慈姑等蔬菜作物，根據台灣農業年報統計資料(1992)年，年栽培面積達三萬公頃，總生產量超過64萬公噸(表1) ，前者甘藷等澱粉性作物，亦為本省重要的輔助糧食作物，是第二次世界大戰後台灣及亞洲地區重要糧食作物。

甘藷、馬鈴薯、芋、山藥及樹薯等根莖作物的生產，早在本省光復前，已有農業試驗單位辦理栽培技術改良，光復後，經政府整編原有設備及技術人員積極進行生產技術改進，而逐年擴大生產面積及產量。並在農委會前身農復會的技術指導及經費補助下，各試驗研究單位，加强品種改良、栽培技術、土壤肥料、病蟲害防治等試驗工作，並配合良種繁殖制度等措施，使單位面積產量大為提高。民國60年代，年產量創高峰，隨後在發展農業扶植工業的政策下，農村勞力逐漸流向工商業，遭受經濟結構的改變，導致農村勞力不足、老化、工資提高、生產成本增加，同時畜牧業的迅速發展，大量採購國外廉價玉米等飼料取代甘藷等作物供為禽畜飼料，加上水利設施全面改善，稻作面積增加及其他高經濟競爭作物的引進栽培，使甘藷、山藥、樹薯等輔助糧食作物的重要性漸減，產量及消費量大為下降，唯馬鈴薯在西洋速食餐飲文化的引入下，而有增加消費量的趨勢，但因氣候環境及病蟲害等因素的限制及國外農產品輸入的競爭，而難以擴展。所幸近年來在國內外營養專家、學者的研究下，發現根莖作物富含人體健康所需的食物性纖維素及維他命等，已不是以往僅供塡飽肚子的輔助食糧而已，產品品質亦因各試驗場所優良品種的育成，栽培技術的改進而提高。而省工栽培機械的開發，亦使生產成本降低，栽培面積逐漸趨於穩定。

表 1. 八十一年本省根莖作物栽培面積及產量統計表 (1992)

作物別	收穫面積 (ha)	百分比 (%)	總產量 (ton)	百分比 (%)	平均產量 (ton/ha)
甘藷	11,746	38.0	204,289	31.9	17.39
馬鈴薯	2,513	8.3	49,198	7.8	19.58
樹薯	546	1.8	7,309	1.1	13.38
蘿蔔	5,939	19.5	152,302	23.8	25.64
胡蘿蔔	2,786	9.2	110,880	17.3	39.75
芋	4,217	13.9	75,215	11.7	18.07
薑	2,013	6.6	31,050	4.8	15.42
其他根莖類	640	2.1	10,563	1.6	
合計	30,382	100.0	640,806	100.0	

資料來源：82年台灣農業年報(農林廳)
註：其他根莖類包括蕪菁、豆薯及牛蒡等。

生產概況

甘藷等澱粉性根莖作物，除馬鈴薯之栽培氣候環境限制外，甘藷、芋、山藥及樹薯對土壤環境等選擇不嚴，生產力强、容易栽培、生產潛力高，尤其甘藷在台灣的種植很普通，產量高。樹薯在本省栽培歷史早，主要產區分佈在中南部坡地，因受水土保持所限及澱粉加工業廢水處理等問題的影響，栽培面積銳減，年栽培面積已不及600公頃。茲將甘藷、馬鈴薯、芋及山藥等四種作物的生產概況提出報告。

甘藷：爲一低廉的糧食作物，常在飢荒時扮演重要的角色，而有「甘藷救人無義」之諺語，台灣之甘藷栽培年代甚早，約在十七世紀自大陸導入本省，至清道光初年(1821年)甘藷之栽培已普及台灣各地。爲一般家庭飼養禽畜的主要飼料，澱粉加工原料及輔助糧食。台灣氣候環境條件適合甘藷生長，栽培季節不受限制、周年均可種植、適應性廣、栽培容易、產量穩定，全省栽培面積自光復初期至民國60年間，均維持在20餘萬公頃，年平均總生產量爲300萬餘公噸 (表2)，自60年以後，由於水利設施改善，稻田面積擴充，加以國民所得逐年提高，與廉價大宗穀物大量進口，飼料配方改變，養豬飼料改由進口雜糧供應及價廉澱粉進口情形下，甘藷用途逐漸式微，栽培面積逐年縮減，民國78年迄今均維持一萬餘公頃，年產量亦僅20萬餘公噸，插植時期以秋作爲主，佔42%，裡作31.3%，春夏作作26.7%。主要產區雲林、台南、台中、屏東、苗栗及台北縣等六縣共佔有年產量81.3%(表3)。台灣甘藷之栽培品種在光復初期，以沖繩100號及日據時代育成之台農種爲主，民國45年台農57號育成推廣後，取代大部分的栽培品種，爲本省主要的食用品種。近年來爲配合水旱田調整，以推廣早熟及富含胡蘿蔔素等維他命及礦物元素之食用及食品加工用品種爲主。目前主要推廣品種有橙黃肉色的台農57號及桃園 1號，橙紅肉色的台農64號及66號，及加工用白肉的台農68號及淡黃肉色的台南18號。諸如台北縣金山地區的台農66號，苗栗縣後龍鎮的台農57號、66號及桃園1號，南投縣竹山鎮的台農64號及66號，及雲林縣元長鄉、水林鄉的台農57號均深受消費者喜愛，而成爲該地區的特產。

表 2. 台灣區歷年甘藷生產統計表

年　　份	生產面積(公頃)	平均產量(公噸/公頃)	年產量(公噸)
民國前11年	40,000	5.0	200,000
民國29年	132,469	11.4	1,512,420
民國39年	233,056	9.4	2,200,833
民國43年	247,550	10.3	2,556,823
民國49年	235,387	12.6	2,978,675
民國59年	228,748	15.0	3,440,639
民國64年	158,718	15.3	2,403,440
民國69年	62,472	16.9	1,055,134
民國74年	23,239	15.9	369,461
民國79年	11,729	16.9	199,830
民國81年	11,746	17.4	204,289

資料來源：農林廳農業經濟科

表 3. 八十一年台灣區甘藷生產調查表

地　區	生產面積(公頃)	百分比(%)	產量(公噸)	百分比(%)
台北市	90	0.7	863	0.4
高雄市	4	0.03	99	0.05
台北縣	1,001	8.6	10,663	5.2
宜蘭縣	104	0.9	2,074	1.0
桃園縣	159	1.3	2,114	1.0
新竹縣	323	2.8	4,289	2.1
苗栗縣	1,008	8.6	16,010	7.9
台中縣	1,635	14.0	42,659	21.0
彰化縣	721	6.2	11,087	5.4
南投縣	114	1.0	1,423	0.7
雲林縣	2,607	22.4	51,995	25.6
嘉義縣	324	2.8	6,612	3.2
台南縣	720	6.2	21,855	10.8
高雄縣	899	7.7	11,057	5.4
屏東縣	1,012	8.7	9,132	4.5
台東縣	309	2.6	3,499	1.7
花蓮縣	94	0.8	1,723	0.8
澎湖縣	338	2.9	2,965	1.4
基隆市	53	0.4	497	0.2
新竹市	33	0.3	494	0.2
台中市	41	0.3	694	0.3
嘉義市	25	0.2	425	0.2
台南市	132	1.1	2,030	1.0
合　計	11,746	100.0	204,289	100.0

資料來源：農林廳農業經濟科

馬鈴薯：台灣栽培馬鈴薯的歷史甚短，約始於民國3年光復前最高栽培面積近490公頃，光復初期因種薯供應困難栽培甚少，民國39年才逐漸恢復生產，逐年增加栽培面積，64年推行健康種薯繁殖及機械化栽培，栽培面積激增至3,638公頃，65年增加爲3,963公頃，其後因種薯供應不足以及農民栽培意願降低，生產面積逐年減少，維持在2,000公頃左右(表4)。馬鈴薯栽培地區，台灣光復初期以台中以北之縣市爲主，包括台北及新竹地區，民國45年以後移轉至台中地區，栽培面積達全省之90%以上。70年代以後產區逐漸南移雲嘉地區，78年栽培面積曾超越台中縣成爲重要產地。據81年台灣農業年報統計，雲嘉地區栽培面積共 904公頃，佔生產面積之36%，台中

地區1,549公頃，佔61.6%(表5)。過去馬鈴薯主要供外銷及加工。目前則以供國內鮮銷及食品加工爲主。馬鈴薯栽培品種，在光復後主要栽培品種爲日本進口的男爵及農林一號，至民國50年代初期由前新竹改良場選育之五峰種所取代成爲新竹地區的栽培品種，但農林一號仍爲栽培最普遍的品種。其他推廣品種有由日本引入之美國品種克尼伯。此期其建立健康種薯繁殖制度，60年代由荷蘭引進卡第那試種後於70年代取代農林一號，在南部地區推廣，中部仍以克尼伯及五峰爲主要栽培種，其後又有其他引進品種如雪白、Omega 等，均少量推廣。目前在中部，秋作以克尼伯爲主要栽培種。五峰只在中部冬作栽培。馬鈴薯栽培時期：現行栽培以冬季水田裡作爲主，但台灣地區可行的馬鈴薯栽培方式共有下列七種：

方式	種植期	採收期	適宜地區
平地冬季	11月	2 月	北、中、南部平地
平地春季	1～2月	5 月	北、中部平地
平地秋季	9月	12 月	北、中部平地
平地糊仔	10月	1 月	中、南部平地水田
平地春季	3月	6 月	北、中部準高冷地
平地夏季	5月	8 月	中部高冷地
平地秋季	9月	12 月	北、中部準高冷地

山地栽培以生產種薯爲目的，面積小，平地生產則集中於二期水稻裡作，產期集中在12月至翌年4月，而以2-3月爲盛產期，產品除部分在國內市場鮮銷及外銷外，由於休閒食品洋芋片盛行，大食品公司爲掌握原料與品質，均與農民契約生產、收購中薯，其餘皆冷藏逐月出庫供鮮銷市場所需。

表 4. 台灣區歷年馬鈴薯生產統計表

年份	生產面積(公頃)	平均產量(公噸/公頃)	年產量(公噸)
民國29年	270	8.3	2,238
民國34年	34	2.5	87
民國39年	281	3.5	983
民國44年	508	5.5	2,809
民國49年	732	10.1	7,427
民國54年	1,234	13.1	16,136
民國59年	2,408	9.8	23,634
民國64年	3,638	11.0	39,922
民國69年	2,964	12.1	36,072
民國74年	2,480	17.3	42,976
民國79年	1,684	18.5	31,189
民國81年	2,513	19.6	49,198

資料來源：農林廳農業經濟科

表 5. 八十一年台灣區馬鈴薯生產調查表

地　區	生產面積(公頃)	百分比(%)	產量(公噸)	百分比(%)
台北市	-	-	-	-
高雄市	-	-	-	-
台北縣	-	-	-	-
宜蘭縣	-	-	-	-
桃園縣	-	-	-	-
新竹縣	-	-	-	-
苗栗縣	13	0.5	168	0.3
台中縣	1,544	61.4	30,717	62.4
彰化縣	-	-	-	-
南投縣	-	-	-	-
雲林縣	639	25.4	12,533	25.5
嘉義縣	250	9.9	4,655	9.5
台南縣	38	1.5	778	1.6
高雄縣	-	-	-	-
屏東縣	9	0.4	63	0.1
台東縣	-	-	-	-
花蓮縣	-	-	-	-
澎湖縣	-	-	-	-
基隆市	-	-	-	-
新竹市	-	-	-	-
台中市	5	0.2	60	0.1
嘉義市	15	0.6	224	0.5
台南市	-	-	-	-
合　計	2,513	100.0	49,198	100.0

資料來源：農林廳農業經濟科

芋：台灣芋的栽培歷史已久，據說最早是由原住民自東南亞引進，後來大陸先民渡海來台時或有陸續帶入，而且日本佔據台灣時期也引進紅芋等芋種。芋對土壤的適應性很廣，耐肥性特强。芋主要栽培品種有檳榔心芋、麵芋、赤芽芋、狗蹄芋及高雄一號等。除蘭嶼部份居民以芋爲主食外，在台灣地區其多屬副食及加工食品，光復初期，芋年產量約2萬公噸，自民國70年起，逐年增加栽培面積，且單位面積產量亦顯著提高(表6)。81年栽培面積(據82年台灣農業年報統計)約四千公頃，年產量約七萬五千餘公噸(表7)，多集中於南部地區水田種植，以屏東縣爲主要產地，栽培面積爲1,562公頃，佔全省栽培面積之37%，其次爲高雄縣佔10.9%，以往以旱芋栽培爲主，民國60年代以後水利設施改善及栽培技術改進，改採水田裡作栽培，佔栽培面積70%左右，主要產期爲每年5-7月間。春作栽培者約佔20%，於當年秋冬季採收。

表 6. 台灣區歷年芋生產統計表

年　　份	生產面積(公頃)	平均產量(公噸/公頃)	年產量(公噸)
民國29年	1,854	7.6	14,094
民國34年	1,901	6.7	12,870
民國39年	3,789	4.6	17,565
民國44年	4,069	5.1	20,718
民國49年	3,904	5.7	22,577
民國54年	3,526	6.1	21,613
民國59年	2,844	7.2	20,428
民國64年	2,906	9.1	27,110
民國69年	4,407	10.3	45,393
民國74年	5,139	12.1	62,029
民國79年	5,469	13.9	76,361
民國81年	4,217	18.1	75,215

資料來源：農林廳農業經濟科

表 7. 八十一年台灣區芋生產調查表

地　區	生產面積(公頃)	百分比(%)	產量(公噸)	百分比(%)
台北市	2	0.05	19	0.02
高雄市	14	0.33	193	0.25
台北縣	97	2.30	937	1.23
宜蘭縣	13	0.31	205	0.27
桃園縣	14	0.33	176	0.23
新竹縣	45	1.07	655	0.86
苗栗縣	371	8.80	9,231	12.11
台中縣	365	8.66	4,643	6.09
彰化縣	59	1.40	657	0.86
南投縣	45	1.07	632	0.83
雲林縣	110	2.61	2,316	3.04
嘉義縣	60	1.42	623	0.82
台南縣	79	1.87	1,937	2.54
高雄縣	458	10.86	4,705	6.17
屏東縣	1,562	37.04	25,576	33.56
台東縣	130	3.08	697	0.91
花蓮縣	774	18.35	22,812	29.93
澎湖縣	-	-	-	-
基隆市	2	0.05	20	0.03
新竹市	5	0.12	65	0.09
台中市	-	-	-	-
嘉義市	9	0.21	90	0.12
台南市	3	0.07	26	0.03
合　計	4,217	100.0	76,215	100.0

資料來源：農林廳農業經濟科

山藥：主要分佈於熱帶及亞熱帶，台灣常見的有14種5變種，概為大薯或田薯、紫田薯、薯蕷、黃藥、基隆山藥及恒春山藥等。台灣氣候環境很適合山藥生長，唯過去未能適地適種，栽培技術老舊，產量低，品質差，僅零星栽培，據台灣省農試所調查，全省栽培面積僅約300公頃，以屏東縣滿州與恒春、高雄縣甲仙、台南縣白河地區、南投縣竹山地區、雲林縣林內、苗栗縣三義及嘉義等為主要產地。主要栽培品種為屬 *Dioscorea alata* 之大薯、紫田薯，屬 *D. doryophora* 之恒春薯蕷，屬 *D. japonica* 之基隆山藥及民國56年由農復會引進之千里達山藥 (Coconut-Lisbon) 及巴西山藥等。台灣栽培之一年生山藥生育期約八個月，其塊莖每公頃產量介於12－40公噸之間，較全球山藥之平均產量每公頃9.4 公噸為高，山藥產量視栽培品種、地區及田間管理程度而不同，由於山藥受病蟲害危害率低，農藥施用量很低，為一種無污染的清潔保健食物。

品種改良

甘藷：台灣甘藷品種改良自1911年迄今分四個階段進行：

第一階段：1895－1922年，

此期尚在引種階段，先後由大陸華南沿海、日本、美國、爪哇等地引入164品種，經品種比較選出七十日早、白和蘭等9個優良品種推廣栽培，其中以白和蘭栽培面積最多。

第二階段：1922-1945年

鑒於引進品種之產量及品質不盡理想，此期由嘉義農業試驗分所前身嘉義農事試驗支所利用本地種和引進優良品種以人工雜交法育種，以選育豐產及高澱粉品種為育種目標，此期共育成優良品種47個，即台農 1號至47號品種，其中以台農31號栽培面積最廣，為主要澱粉、釀造及溶劑原料品種。

第三階段：1946-1970年

此期由大陸東南各省及美、日、菲等地引入130餘種，選出優良品種Okinawa 100推廣栽培。雜交育種除加強澱粉品種選育外，後期並注意食味佳，營養價值高的品種選育。參與育種場所除嘉義分所外，尚有省農試所、新竹區、台中區及台南區農改場，育成品種有台農48號至61號，新竹1、2、3號及台南14號共19品種，其中以台農57號食味最佳，產量高，自1958年推廣迄今，歷久不衰，為本省主要食用品種。

第四階段：1971年迄今

育種目標為食用及食品加工用為主，澱粉用為副，並注意葉菜用品種選育，此期由非洲引入種原10品種，日本5品種，並由亞蔬中心引入1200餘品(系)種。並積極培育無病毒健康苗及本省野生近緣種蒐集工作，同時育種方法也由傳統人工雜交，改良為逢機交配集團育種法，即所謂多向雜交之輪迴選種育種法，迄今已育成品種有台

農62號至70號，台南15、17、18號及桃園1號等13品種，其中以台農66號表現最爲優越，可週年栽培，對環境適應性強，全省各地區均可栽培，台南18號則爲裡作栽培最豐產的澱粉兼食用品種，桃園 1號爲新育成春夏作優良品種，此期亦育成對蟻象較具抗性的台農67及台農70號二品種。

馬鈴薯：馬鈴薯爲四倍體的異質結合體，並有花粉不稔品種存在，育種不易，因此國內馬鈴薯品種改良工作僅限於引種及選種，約可分爲三階段。

第一階段：1945年以前

台灣栽培用種薯在民國26年(1937)以前均由日本進口，引進種原早在1923年開始，由農業試驗所負責辦理，此期選出優良品種有Green mountain，Irish Cobbler (男爵)，紅丸及三丸等，以男爵爲主要栽培品種。

第二階段：1946－1970年

台灣光復後初期仍以Early Rose之變異種「男爵」爲主要栽培種，本品種因休眠期長，需要催芽，故民國50年(1961)由日本引進品種試作後，改以農林一號及克尼伯(Kenebec 即俗稱大葉種)推廣栽培。後者迄今爲國內重要的栽培種。此期並由新竹場於1957年由日本引進5品種，由其中的「長系四號」選出「五峰種」適合春、秋作，自「橘」選出「五峰3號」爲新竹及后里地區主要栽培種。

第三階段：1971年迄今

新竹場於民國63年引進12品種中選得卡地那 (Cardinal) 之荷蘭品種，對晚疫病抗性較好，耐貯藏，爲雲嘉一帶主要栽培種。民國65年新竹場也由德國引進19個品種,選出耐寒性强之歐美加(Omega)對病毒抗性較卡地那佳，僅在斗南及后里少量栽培，此期由亞蔬中心在1972年至1977年引進一般栽培種外，並引入野生種及雜交後的分離族群，進行輪迴選種，並以耐熱品種爲育種目標，選出具早生、高產、耐熱及抗青枯病特性的品系1282-19。1979 年亞蔬中心將試驗中的營養系移交省農試所，經12年田間試驗，選得No.143、No.770及No.386等三優良品系，No.143於民國81年3月命名爲台農一號。

至於國外栽培種篩選，省農試所在1981年由美國農部引入44品種，部分品種雖然適應性及產量表現均佳，但易罹病毒病，乾物率亦不理想，僅Atlantic及Shepody可經濟栽培，前者爲炸洋芋片品種。省農試所也自國際馬鈴薯中心(CIP)先後引入10餘耐熱品系，1986年亦引進50個對PVY呈免疫性的分離薯球族群，1988年再引進具有不同抗病性的九類63個薯球族群，各族群對PVX與PVY均具抗性及其他病害如青枯病、早疫病亦具抗性，目前並加強選育優良品系中。

芋：台灣芋的栽培歷史雖久遠，考證不易，但栽培技術及品種改良之研究，相當有限。品種改良工作，始於民國72年高雄區農改場搜集國內外種原起，迄80年止，共搜集83個營養系，其中Colocasia屬72個，Xanthosoma屬11個由種原分佈調查得知：台灣原生種原多分布於南部及東部地區，現各品種及系統已混栽於各產區。

品種改良工作，僅止於短種階段，高雄場已由搜集之種原，經特性調查及產量比較試驗，選得一優良營養系，於民國78年5月經審查通過，命名爲高雄1號，現已推廣供芋農栽培選用。

山藥：山藥種類繁多，約有600種，主要分佈於熱帶及亞熱帶地區，台灣常見的14種5變種，主要栽培種爲田薯、紫田薯、基隆山藥及恒春山藥等原生種。種原搜集爲育種重要工作，迄今，台灣省農試所已由國外引進90品系，計*D. alata* 40品系 *D. alata* var. *purpurea* 23品系，*D. esculenta* 6品系 *D. rotundata* 5品系，D. *japonica* 2品系，*D. bulbifera. D. batatas, D. pseudojaponica* 及 *D. doryophora* 各1品系，另10品系尙待鑑定。將可供爲雜交育種的材料。

品種改良工作始於民國56年由農復會組成之園藝作物考察團，自國外如千里達等地區引進數個山藥品種，由農試所鳳山分所進行觀察比較及地區適應性試驗，選出巴西山藥及千里達山藥二品種，後者經農試所進行各項育種程序之試驗測定後，於民國80年11月經審查通過，命名爲山藥台農1號。

產品利用

甘藷除含有澱粉、蛋白質、脂肪外，還含有維生素A、B_1、B_2及C和礦物質中的鐵、鈣質等均豐富。同時由甘藷頂端莖葉與其他蔬菜比較，可知甘藷莖葉含有很好的維生素A、B_2、鐵及蛋白質，尤以維生素B_2爲豐富，同時草酸等不良物質含量低，可視爲一種優良蔬菜。

甘藷塊根纖維素含量爲40%，在消化管內不能消化而成排泄物，由於其可吸附大量的水份，增加排泄物體積，促進排泄，可預防便秘，有益健康，又據台大楊祖謦教授報告，甘藷蛋白質的營養價值很高，對麵粉蛋白質的營養缺陷具有顯著的彌補效果。又甘藷爲「生理鹹性」食品，可調整米、麵粉及肉類等「生理酸性」食物，減輕人體的代謝負擔，紅心甘藷含有相當豐富的貝他型胡蘿蔔素，在人體內極易轉變爲可用的維生素A，在膳食中，如能每天搭食適量(大約250～300公克左右) 紅心甘藷，對人體的發育及保健，均有很大的好處。此外甘藷也是重要的工業原料，甘藷澱粉，可醱酵用以製造酒精等，爲重要的能源作物之一。在農產品加工業中，紅心甘藷可供製罐頭、蜜餞、沙其瑪等食品，味鮮美，又可製雪片、脆片、煎餅、冷凍甘藷等，甘藷簽粉可摻入麵粉中，烘製麵包、糕餅點心等。又根據試驗報告，甘藷適量替代玉米25～30%對豬隻飼養可達良好的增重及飼料利用效率，且對屠體品質，亦無不良影響，故可替代部份玉米，作爲養豬飼料，減少依賴進口玉米，適當利用省產資源，使適合本省風土栽培之甘藷能得到合理的利用。

馬鈴薯之薯球化學成分包含澱粉、糖類、蛋白質及礦物質之鉀、磷、硫、鎂、鈉、鈣及矽等。

馬鈴薯之用途，目前在台灣一般以鮮食爲多，食品加工原料次之，在國外主要馬鈴薯生產國如日本與荷蘭則供澱粉原料者超過鮮食，化工澱粉如α澱粉、可溶性澱粉、糊精等，均

以馬鈴薯澱粉爲原料，α澱粉爲製造養鰻飼料的主要粘結劑，水溶性澱粉爲造紙工業不可或缺的原料。

民國73年美國麥當勞連鎖店在台灣成立，促成馬鈴薯條及薯片的流行，以及食品加工業促銷洋芋片的結果，使國內馬鈴薯產業漸趨穩定。

芋的塊莖富含澱粉、鉀、磷及鈣等礦物質元素及維生素等。芋的澱粉顆粒小，易消化吸收，可供爲嬰兒及虛弱病人的補助食品，芋除鮮食用外，亦可加工製成芋粉、糕餅等食品加工原料。若採用全株青貯法，芋尚可製造良好的青貯飼料，降低家畜飼養成本。

芋地下莖除可供食用、食品加工用及家畜飼料外，尚可製造澱粉、供應釀酒精、精製高濃度果醣及塑膠與樹膠配料等。

山藥的營養豐富，其塊莖含多種必需胺基酸、蛋白質及澱粉，另具有粘液質(mucine)、纖維素、脂肪及維生素 A、B、B_2及鈣、磷、鐵及碘等礦物質，某些山藥更含 diosgenin及近似類固醇皂甘元結構，爲合成性激素及重要醫療用類固醇的原料。

山藥之塊莖味甘性溫，供藥用時可製成毛山藥，光山藥或山藥飲片等，可單獨或混合其他藥材使用，據「神農本草經」等典籍謂山藥具有健脾胃，補肺腎及收澀固精，祛痰等功效。

未來展望

甘藷、馬鈴薯、芋、山藥等根莖作物均爲高澱粉性作物，其地下根莖富含營養成分、礦物質、維生素及纖維素等，爲物美價廉的輔助糧食與保健食物，亦爲食品加工及澱粉工業的上好原料，在我國即將加入關貿總協(GATT)之際，根莖類作物若能加強宣導，仍具有發展前途。

鑑於以往根莖作物因易於栽培，生產潛力又大，價廉等特性，較不受重視，除甘藷外，品種改良工作僅停留在選種階段，今後品種改良除要求豐產外，應注意高品質，高營養價值及良好外觀特性並符合加工需求品種選育。利用搜集之國內外種原加强雜交育種及應用生物科技，特殊基因移轉技術，强化品種改良效率。

在栽培管理方面，應輔導農民大面積集團栽培，促進栽培管理及產品收穫處理機械化，降低生產成本。

甘藷等根莖作物均爲無性繁殖作物，一旦感染病毒病害，易於傳播、蔓衍，顯著影響根莖產量與品質，因此無病毒種苗的繁殖與檢定技術及繁殖制度的建立，對根莖作物產業的發展，深具重要性。另外亦應加强食品加工技術的開發，使產品利用多元化，提高產品附加價值。

台灣甘藷品種改良之成就與展望

李　良
中國文化大學園藝系

廖嘉信
省農試所嘉義農試分所

摘　要

台灣甘藷品種改良工作開始於1911年，在過去數十年間，已有不少的改進和發展，尤其是在品質改進方面，成果更是顯著。其間所育成之甘藷品種共有70餘個，其中10個是目前商品化栽培的品種，為台農57、64、65、66、67、68、69、70號、桃園1號及台南18號。有關甘藷育種基礎研究的成果主要有:甘藷自交和雜交不稔群之檢定；甘藷品種不同組合間之一般和特定組合測定；甘藷開花和結實生理及促進開花之效果；甘藷產量構成之形態和生理因素的相關和路徑係數分析；採用逢機交配族群改進育種方法之效果；甘藷重要質和量性狀之遺傳和相關分析及甘藷田間試驗技術之改進等。

本省甘藷之栽培面積大為減少，但已趨穩定，未來須要進一步努力，繼續使其安定的發展，建議重要的改進項目有：(1)加强甘藷品種改良，應用多向雜交和生物技術方法，育成抗病蟲之高食用品質，優異加工品質，高產及低生產成本的品種；(2)改進甘藷健康苗之培養技術及建立健康種苗之生產體系；(3)加强甘藷遺傳種質資源收集、評估和利用；及(4)開發甘藷產品加工方法和產品有效的利用等。

欲達成前述各項改進工作，必須結合遺傳、育種、病理、昆蟲、生理、生物技術及食品加工技術等之有關重要科學，加强合作努力，則今後甘藷之產業，才能保證獲得更有利的發展。

（關健詞：甘藷、品種改良、歷史）

前　言

甘藷利用的範圍廣，並較富營養價值，且對風土選擇不嚴，植株吸收力和再生力都很强，因此容易栽培，適應性大，風險少，又塊根肥大不受植株生長期和發育階段的限制，收穫指數一般高達70－85％以上，故它的生產潛力較其他主要的熱帶食糧作物為高，因此台灣的甘藷種植很普遍。近數十年來，雖然種植面積有顯著的減少(表1.)，但如能積極開發研究產品有效的利用，提高產品經濟價值，並能因地制宜的發展甘藷的生產和利用，使直接和間接生產能夠相互配合，則台灣甘藷的栽培在雜糧作物生產中仍有其重要的意義。關於本省甘藷品種改良工作，多年來，在政府與試驗機構之人員共同努力下，對甘藷品種改良有顯著的成

果表現。今就本省甘藷品種改良工作之變遷及重要研究成果以及應改進的要點分述於下，以資檢討，或有助於今後本省甘藷改良工作之參考，而能藉此再作進一步的努力，以期對甘藷品種改良工作，能有更大的貢獻。

表 1. 台灣區歷年甘藷生產概況

年度 Year	種植面積 Planted area (ha)	單位面積產量 Av.yield (ton/ha)	年產量 Production (ton)
1940	132,469	11.4	1,512,420
1950	233,056	9.4	2,200,833
1954	247,550	10.3	2,556,823
1960	235,387	12.6	2,978,675
1970	228,748	15.0	3,440,639
1975	156,718	15.3	2,403,440
1980	62,472	16.9	1,055,134
1985	23,239	15.9	369,461
1990	11,751	17.0	199,830
1992	12,249	17.3	204,289

台灣農業年報(民國44-82年版)
Taiwan Agricultural Yearbook(1955-1993 editions)

內　　容

一、台灣甘藷品種改良之變遷與重要成就

本省甘藷品種改良工作，大致可分爲三個不同時期：

(一)第一個時期，自1895－1945年，此一時期之育種目標爲豊產和高澱粉品種，主要用途是澱粉、釀造、溶劑原料和飼料。

日據時代之初期，本省甘藷的栽培，因品種和種植方法不良，栽培面積約四萬公頃左右，收量及品質均甚低劣，自1907年才開始向我國華南各省、日本本土、沖繩、美國、爪哇、西里伯昴及婆羅洲等地先後引進優良品種64種，並分別舉行馴化試驗，於1911年先選出白和蘭及仲西力池(Nokonsishikajiiya)。又於1914選出七十日早、燒耐藷、紅英國、小縮及大屋穀癧等五個品種，復於1916～1919年選出接芋、紅皮、紅肉等三個品種，先後共選出10個品種，繁殖推廣，獎勵種植，其中以白和蘭品種栽培面積最多。

由於引種及選種工作所選出之品種，仍不能脫離其原有特性範圍，即品質優者收量少，收量多者品質又劣，其兩者能俱全者甚屬難得，因此鑒於引進品種之收量及品質不夠理想，遂認爲有作進一步改良的必要，乃於1922年開始在嘉義農事試驗支所，利用本地種和引進優良品種，以人工交配方法進行雜交育種的工作，當時甘藷主要用途是澱粉、釀造和溶劑原料，故育種目標爲豐產、高澱粉品種，而所採用育種程序是第一年人工雜交；第二

年實生苗育成及淘汰試驗；第三、四、五年品系比較試驗；及第六年優良品種選拔及增殖，1922年開始交配至1930年間，共雜交713個組合之16,691株實生苗中，先後選出33個品種，命名爲台農1號至33號，在這些新育成品種中，多數具有優良製簽率，平均約36%，較之原有品種平均27%，增加了9%，澱粉率平均約26%，也比原有品種的17%，增加了9%，並在這些台農品種中，選出10個獎勵品種，即台農3、9、10、16、17、19、25、26、27及31號，推廣農民種植，其中以台農31號栽培面積最大，再將此一時期所選出品種和育成的重要台農號優良品種特性列如表2。

表 2. 1895－1945年甘藷選出品種及其重要台農種特性。
Table 2. The characteristics of sweet potato varieties which was selected from 1895-1945.

品種名稱 Varieties	塊根收量 Fleshy rot yieeld (t/ha)	製簽率 Percentage of dry chips (%)	肉色 Fleshy cdor	胡蘿蔔素含量 Carotin cantent (mg/100g F.wt)	用途 Utility	優點及缺點 Traits
白和蘭	42.0	24.2-28.2	黃帶淡紫紅暈斑	-	食用和飼料	耐旱性强,塊根不整齊。
台農3號	30.0	28.0-35.3	黃	-	食用和飼料	耐濕性强,不耐旱。
台農10號	37.0	25.0-30.7	鮮黃	1.2	飼料	耐濕性優,食味中等。
台農17號	28.0	36.4-40.7	白	0.0	製粉和飼料	耐濕性强,不耐旱。
台農25號	26.0	30.2-35.4	淡黃	-	青飼料和飼料	耐旱性强,莖葉收量多。
台農27號	36.0	36.6-38.0	淡黃	0.8	製澱粉和飼料	品質優,食味佳,塊根小。
台農31號	44.0	30.8-33.6	白帶淡紫暈斑	0.4	製澱粉和飼料	耐旱性强,適應性大,藷形不整齊。
台農44號	35.0	34.4-36.6	淡黃	0.4	製澱粉和飼料	耐濕,藷形整齊,食味中等。
台農45號	41.0	28.9-31.4	白	0.0	飼料	耐濕性强,適應性大,品質中等。

(二)第二個時期自1946－1960年，此一時期之主要育種目標爲高澱粉和食用品種，產品作爲飼料、澱粉及輔助食糧之用。

光復之初，日人已雜交選出之34號至47號台農品種，因未經地方試驗，接收後由嘉義農業試驗分所在全省各地進行區域試驗三年，結果選出台農43、44、45及48號等4品種，並在全省各地推廣，其中以台農44號表現最佳。

光復後甘藷品種改良工作，仍由嘉義農業試驗分所繼續辦理，除了整理過去未完成的工作外，又自1946年從我國大陸的閩、川、桂、粵、江浙等地及1955－1957年自美國農部、路州、加州及夏威夷等地區，共引進130餘個甘藷品種，作爲育種材料，經過數年觀察及試驗，選出具有不同優良特性的品種作爲雜交親本，塊根收量多者有Pelican Processor、Nancy Hall、White Star、No.779、Early Port 及 Acadian 等，品質及食味優良者有 Unit I Porto Rico 、Nancy Hall 、George red、Acadian、Early

Port，肉色以Allgold最紅，Virginian及Nemagold次之，在此時期共保存有200餘個甘藷種源，其中有20餘個品種爲紅心品種，富含營養價值，且在這些引進品種中，選出一個適合春作栽培品種－沖繩100號，因其品質優良，收量高，於1961年間推廣栽培，另一方面又利用這些種源進行人工雜交育種，其育種目標除注意豐產和高澱粉外，並著重於營養成分胡蘿蔔素含量、糖分含量及提高利用價值，即育種目標分向白心和紅心兩方面進行，一則希望育成澱粉高的白心品種，作爲飼料及澱粉之原料用；二則希望育成營養豐富的紅心品種，作爲輔助食糧之用，在此期間利用所引進品種與本地種或台農種雜交。自1946年至1960年之15年間交配597個組合，共育成實生苗79,200株，經過選拔淘汰及歷年之品系及區域等試驗，先後育成紅心甘藷品種5種，命名爲台農54、55、57、61及62號，其中以台農57號食味最佳，收量穩定，適應性大，於1958年在全省各地推廣栽培，育成肉色黃或白的品種8種，命名爲49、50、51、52、53、56、59及60號，亦曾有局部推廣栽培，其中以台農56號製簽率最高爲38%。

光復後本省其他農業試驗場所亦曾從事甘藷育種工作，如台灣省農試所、新竹(現爲桃園區改良場)、台中及台南改良場，並亦有新品種的育成，如台灣省農試所育成之台農58號；新竹改良場育成之新竹1號、2號及3號；台中改良場育成台中1號及台南改良場育成台南14、15、17及18號等，亦有在當地推廣栽培。今將此一時期育成重要品種特性比較如表3。

表 3. 1946－1960年重要選出甘藷品種及其特性。
Table 3. The characteristics of sweet potato varieties which was selected from 1946-1960.

品種名稱 Varieties	塊根收量 Fleshy rot yieeld (t/ha)	製簽率 Percentage of dry chips (%)	塊根乾物粗蛋白質含量(%) Crude protein content (dry basis)	肉色 Fleshy cdor	胡蘿蔔素含量 Caroting cantentg (mg/100g F.wt)	用途 Utility	優點及缺點 Traits
沖繩100號	35.0	33.6-38.4	-	淡黃	-	食用和飼料	耐濕,不耐旱,耐寒性弱,適春作,品質佳。
台農56號	27.0	38.0	-	白	0.0	製粉和飼料	抗蔓割病和縮芽病,食味中。
台農57號	43.0	30.4-37.7	3.2-4.4	橙黃	3.0	食用和加工	耐濕,不耐旱,食味優。
台農62號	35.0	29.0-31.0	3.4	橙紅	6.0	食用	耐寒性强,塊根切面易褐變。
台南18號	36.7	32.5	-	黃	-	製粉和飼料	耐寒,耐旱性强粗纖維較多,易腐爛,適裡作。

(三)第3個時期，自1961年迄今，此一時期中主要育種目標爲重視甘藷品質改良，希望育成各種用途之優良品種，提高甘藷營養和使用價值，產品用途主要供食用，部份作爲食品加工和澱粉原料，飼料用較少。

爲了加强育種工作之廣泛種原蒐集，嘉義農試分所再積極向國內外搜集及交換甘藷品種種原，在此時期中，共搜集保存甘藷種原約達1,200餘個，在此時期之品種改良目標，除了提高單位面積收量，抗病蟲性或耐性强，適應性大及適於機械作業栽培等特性外，特別重視甘藷品質的改進，以求更進一步提高甘藷營養和利用價值，並希望育成各種用途之優良品種，如適口性優，塊根肉質氧化作用低，營養價值高之食用和加工用品種；澱粉含量高，粉質優良之澱粉品種，以及高蛋白質，澱粉消化性優良之飼料用品種等。至於育種方法亦作大幅的改進，除少部份特殊組合，如抗簇葉病、毒素病等，利用人工雜交外，主要採用甘藷逢機交配族群育種方法，即選不具有密切親緣關係，而各具有某種優良特性，開花良好的品種，在隔離地區，作有重複之多向雜交(Polycross)，利用昆蟲自然授粉，此項工作於1966年開始，並在逢機交配族群中進行混合選種，此種方法頗有成就。自1966年至1993年間，先後育成各種用途之優良品種，如高胡蘿蔔素含量、高蛋白質含量、高澱粉質含量、以及適於不同期作栽培之優良食用品種等，在此時期所育成重要品種特性列如表4。

表 4. 1961年之後選出甘藷重要品種及其特性
Table 4. The characteristics of sweet potato varieties which was selected from 1961.

品種名稱 Varieties	塊根收量 Fleshy rot yieeld (t/ha)	製籤率 Percentage of dry chips (%)	塊根乾物粗蛋白質含量(%) Crude protein content (dry basis)	肉色 Fleshy cdor	胡蘿蔔素含量 Caroting cantentg (mg/100g F.wt)	用途 Utility	優點及缺點 Traits
台農63號	32.0	26.0-28.9	4.5-5.3	深橙紅	22.5-26.0	加工製罐及蜜餞	耐濕,不耐旱,早熟。
台農64號	34.0-43.0	27.0-29.0	4.5-5.2	深橙紅	15-18	食用和食品加工	藷形整齊, 食味佳,耐濕,不耐旱。
台農65號	41.5-43.0	27.0-30.0	5.6-9.2	橙紅	8-15	食用和飼料	不耐旱,蛋白質含量高,不適夏作。
台農66號	43.5-62.2	26.7-31.2	4.6-5.7	橙紅	8-10	食用和食品加工	不耐旱,適於不同期作栽培,食味優。
台農67號	44.3	30.6-37.1	4.0-4.8	橙黃	0.88	食用和飼料	對蟻象耐性强,較易感染軟腐病,澱粉消化性佳。
台農68號	40.5	32.8-34.5	3.0-4.5	淡黃	0.40	食用和食品加工、葉可作蔬菜用	較不耐旱,食味佳,高粉。
台農69號	34.0-45.0	25.0-28.0	4.2-4.9	深橙紅	16.00	食用和食品加工	耐濕,耐旱性較差,食味佳。
台農70號	32.0-48.0	26.0-31.0	2.8	深橙紅	16.00	食用和食品加工	耐低肥性,適口性佳,縮芽病呈感病性。
桃園1號	27.0-44.0	30.0-34.0	3.8-5.5	橙黃微帶紫暈	1.60	食用和食品加工	適於夏作,塊根切面易褐變。

二、甘藷品種改良之基礎研究成果

(一)甘藷自交和雜交不親和性檢定

大部份甘藷品種爲自交不稔，而品種間互相雜交亦有不稔群存在，因此甘藷雜交育種工作，受到不少障礙。嘉義農試分所王俠(1964)以83個甘藷品種，包括5個日本品種；1 個琉球品種；7個菲律賓品種；10個大陸引進品種；5個本地種；37個台農種及18個由美國引進品種作自交和雜交不親和性的研究指出，在76個品種及品系中，45個品種爲自交不親和，13個品種自交之親和性極低，約爲2%，4個品種爲部份自交親和及另4個品種爲自交親和，結實率均高於30%，而若干自交部份親和之品種與其它品種交配，亦屬親和。由雜交不親和性結果指出，在76個品種，1,093不同組合中，共交配41,671朵花，三年結果，此76個品種按其結實情形，發現至少有5個雜交不親和群和一個雜交親和群，此5個雜交不親和群，亦可以一組等基因，S_1、S_2、S_3、S_4及S_5說明之，而一個雜交親和群品種，則爲含有S_f的可稔因子。

由我國大陸引進，本省當地種和菲律賓引進品種即屬第一群(A)，大部份之美國引種品種屬第二群(B)，而大多數之台農品種屬第4(D)及第5(E)群，另有二個品種及一個品系，因均與5個測試品種雜交親和，雖其自交親和性較低，列爲第6群，即S_f雜交可稔群，凡不屬於同一不親和群間之品種或品系雜交均爲可稔，惟其可稔程度因親本不同而異，即群間品種依組合作正反交時，結實率亦不相同，此與其他學者的研究結果相同。

甘藷品種雜交可稔性，除受遺傳基因支配外，環境因素如溫度、濕度、光照强弱及土壤中營養份之含量等對甘藷自交和雜交授粉率均有影響。據王俠(1964)研究，在環境因素中，以氣溫的關係最爲密切，此外花粉之活力及染色體在減數分裂時之不正常，也均可使其授粉率受到影響。在研究中有若干品種如六十日藷，作爲父本時，其雜交結實率極低，是因由於不稔花粉量多所致，及花粉母細胞減數分裂時染色體反常，發生滯留現象，可能與不稔花粉數有關，本省嘉義地區甘藷雜交最適時期爲11月初旬至12月中、下旬，此期間之平均氣溫約在20～25℃當氣溫降至12℃以下，花芽均受到嚴重之寒害而脫落。

(二)甘藷開花生理和促進開花效果

1.甘藷之光周期

甘藷爲性喜高溫和短日照的根類作物，在生殖，生長階段，需要有較長時間之黑暗條件和一定時間之强光照，才能使其正常生長發育。日人野田幸豬(1936)在台灣研究結果，亦認爲大部份甘藷品種爲短日照型，尙有少數爲中間及不感應性者，由此觀之，甘藷光周期之反應，因品種不同而有明顯的差別，以現有品種可劃分爲短日照型、中間型和不感應型等三類。

2.影響甘藷開花之因素

影響甘藷開花之因素很多，以C/N比率、溫度及濕度、日照强度、降雨量、種植時期、品種、灌溉、營養條件及種植密度等對開花之關係爲較大。

(1)C/N比率：據野田幸豬(1936)在本省所作研究指出，甘藷開花盛期在日光下及遮蔭下

之C/N比率，全日光下之甘藷爲23～24，覆蓋 (遮蔭)下之甘藷爲18～23，說明在遮蔭下之甘藷較全日光下甘藷醣含量少，此因全日光下光線强，同化作用盛行，故醣量增多，在相對情形下，C增多而N減少，故C/N比率增高。氏調查兩區開花情形，以全日光區比遮蔭區開花爲多，由此可知甘藷開花之多少受到C/N比率之影響。

(2)溫度和濕度：據野田幸豬(1936)研究指出，接近開花時刻之氣溫低而濕度高時開花少，溫度高時開花增多。一般溫度高時有阻礙開花傾向，認爲開花數與開花時刻之溫度有正相關，與開花時刻之濕度稍有負相關係存在，而開花前一日之氣溫及濕度與開花數均無相關，而甘藷開花時刻與開花溫度間之關係，平間物三郎(1935)研究指出，早晨溫度達19℃時，上午5時前己開花，一般而言，甘藷開花最適溫度約在14～20℃之間，而對開花最適之濕度，大致在80～90%左右，如溫度降到14℃時，開花則在上午7～8時。

嘉義農試分所(1950)分別在溫室及田間進行甘藷雜交與溫度之關係研究，在溫室內以17～18℃溫度時最相宜，而田間雜交對於溫度的關係更爲密切，上午最低溫度如在12℃以下時，至中午雖溫度升至17℃或18℃左右，亦不易結實。綜觀上述可見甘藷開花之溫度，隨著地區及所用材料之不同而有所變化，然而可以確定的溫度對開花有絕對性之影響。

(3)日照强度：據野田幸豬(1936)研究，在全日光下生長因有充分之日照，所以開花數多。而在遮蔭的情形下，甘藷開花數少。在全日照下甘藷之開花數較遮蔭下之甘藷開花數約增加153%。

(4)降雨量：據野田幸豬(1936)調查，本省台北及嘉義與那霸三個地區之降雨量與開花之關係，結果在甘藷開花期(10～11月)間嘉義降雨量最少，開花最多。台北次之；那霸降雨量最多，開花最少。故認爲開花期間降雨量多少，對開花也有很大影響。

(5)種植時期：野田幸豬(1936)調查指出，本省台北一月種植者，任何品種都不開花，一月以後種植者，開花品種逐漸增加，而5月種植者，開花品種爲最多，過此時期後又再減少，各品種在7～9月種植者開花最多，甘藷品種中有比較不限於種植期開花者，但也有若干品種呈相反情形，一年中只限在某一時期可開花，即在此時期種植者可開花，過此時期種植便不開花，甘藷由種植之日起至開始見花之日止，因種植期之不同，雖同一品種開花所需日數也有不同。據調查甘藷白皮紅心尾品種，分別在4、5、6、7、8、及9月種植時，開花所需日數分別192、176、145、130、95及64日，由此可知接近10～11月自然開花盛期時種植，開花所需日數少，而過此時期種植，開花所需日數多，所以在接近自然開花盛期時種植，有發揮其品種開花機能之特性。

(6)品種：甘藷自然開花受環境的影響甚爲明顯，且不同品種間開花之差異也甚大，然而開花多少亦因品種不同而有差異。野田幸豬(1936)調查177個品種中，開花數在500朵以上佔10%；100～500 朵者佔28%；30～100 朵者佔24%；10～30朵者佔16%；在10朵以下者佔16%；不開花者佔6%。又據嘉義農試分所觀察，在自然條件下開花的有

些品種，對甘藷莖葉生長和塊根肥大等沒有明顯的影響。

(7)灌溉：據野田幸豬(1936)研究，甘藷無灌溉區比有灌溉區可提早15日開花，但開花數也有比灌溉區多，以無灌溉區之開花數100%，而無灌溉區為117%，這表示土壤保持適當的乾燥有促進開花作用。

(8)肥料：根據野田幸豬(1936)研究，施用適量氮肥可促進花芽的形成，而平間(1935)研究結果，在自然情形下開花品種，施肥雖可促進開花，但開花數較少，在施鉀肥與磷肥料二倍量區，雖開花稍延遲，但開花數較多。

(9)種植密度：據野田幸豬(1936)研究，不同種植密度對甘藷開花數有不同程度之影響，種植密度疏者比種植密度密者，開花數有顯著增加，如以種植密度為120×30公分者100%，則120×60公分者開花數為119.6%，120×90公分者開花數為234.6%，而120×120公分者之開花數為509.4%，此表示在120公分之行距時，株間種植距離增大，有明顯增加開花數之效果。

3.促進開花

甘藷在熱帶及亞熱帶地區，大多數品種均能在自然條件下開花，而在溫帶地區，北緯23° 以北之長日照自然條件下，因為生長期短，一般不能自然開花。本省位於熱帶及亞熱帶之間，大多數甘藷品種都能開花，但仍有不少品種開花數少及不開花者。據平間(1935)調查本省388個品種中，不開花者佔15%，開花極少者佔33%。野田幸豬(1936) 調查177個品種中，不開花者佔6%，開花極少者佔32%。王俠(1951) 調查40個引進新品種中，不開花者佔1/3。由此觀之，從事甘藷雜交育種工作，對於具有優良性狀之不開花和開花極少的品種，如欲充作育種材料時，必須利用適當方法，促進其開花或調節使其開花，才能達成雜交的目的。

嘉義農試分所王俠、簡金寬等(1956)採用嫁接和刻傷法研究促進甘藷不開花品種開花結果時指出：a.甘藷不開花品種嫁接在同種開花最多之美國黃皮砧木上，比嫁接在兩種不同種牽牛花(*I. hederacea* 及*I. biloba*)屬植物上為優。b.品種間之開花數在同一處理或不同處理中，差異均大，同品種在不同處理間，以嫁接在開花最多之品種上者開花數最多。c.甘藷立蔓後生育旺盛期，施以刻傷處理雖也促進開花之效果，但其所誘導之開花數比嫁接在開花數最多之砧木上為少。d.不開花品種經嫁接後所產生之花芽，因品種而不同，而不開花品種經嫁接後之花期，品種間差異很大，花期最短者為白尾白，僅半個月。最長者為Red Nancy及台農26號，長達6個月之久。

㈢甘藷主要性狀遺傳與相關研究

甘藷為異花授粉作物，大多數品種為自交不孕，品種間互相雜交也常有不親和性存在，而品種間雜交所產生之第一代雜種，便有分離現象發生，一般所稱之甘藷品種或品系，均為異接合性質，其數量性狀之遺傳行為相當複雜，因此對遺傳研究增加不少困難。甘藷的各性狀間常存在著不同程度之關係，此項知識在栽培上可作為改進這些特性之用，而在育種上亦可作為選拔之指標。茲將對本省甘藷主要性狀之遺傳與各性狀間之相關研究分別

說明如下：

1.甘藷主要性狀的遺傳變異：

李良(1975、1977、1982及1986)利用甘藷逢機交配族群之親子關係，研究甘藷重要性狀之遺傳變異，獲得下列結果。

(1)塊根重、塊根個數及每個塊根均重之遺傳變方中，均以累加性變方比非累加性者爲較重要，其累加性變方分別爲54%、56%及63%，而非累加性分別爲46%、44%及37%，其遺傳率分別爲43%、44%及50%。

(2)莖葉重以非累加性變方爲大，佔87%，而累加性變方佔13%，莖葉重之遺傳率爲10%。

(3)粗蛋白質含量在遺傳變方中，其累加性佔79%，非累加性佔21%，以累加性變方爲重要，塊根乾物粗蛋白質含量之遺傳爲57%。

(4)粗澱粉含量及乾物率，其累加性變方分別爲62%及54%，非累加性分別爲38%及46%，遺傳率分別56%及48%。

(5)甘藷收穫指數(HI)，在遺傳變方中累加性變方佔52%，非累加性變方佔48%，其遺傳率爲37%。又據分析在4個生育期中，廣義遺傳率均爲較高，生育期90天爲68%，120天爲76%，150天爲71%及180天爲81%，認爲收穫指數爲一具有較高遺傳率之性狀。

(6)李良等(1993)研究甘藷食味與理化性質之變異及其與育種之關係指出，甘藷品種間之食味與理化性質均有極大差異存在，甘藷食味評分，還原糖含量、澱粉含量、直鏈澱粉含量、澱粉糖化酶活性、膠體性質、灰分及Hunter　a値等之廣義遺傳率分別爲64.1%、90.8%、84.7%、57.9%、92.6%、69.6%及92.6%，其數値均很高，而此8種特性之遺傳變異係數之變域自6.6%-118.6%，其中以直鏈澱粉含量及澱粉含量兩特性爲較小，而其他特性均爲較大，因這些特性均具有高的遺傳率及較大之遺傳變異係數，故在品種改良計畫中有可能選拔具有此各項特性的品種。

這些遺傳率在甘藷育種上有較大之應用價值，據研究指出，經由族群選拔，可得到較高選拔强度的性狀，改進族群平均値，可增加有利性狀出現的頻度，從而可提高選拔的效果。

2.甘藷性狀間之相關

李良(1977)研究甘藷塊根乾物粗蛋白質含量與其他性狀間之相關，得悉甘藷塊根粗蛋白質含量與塊根收量及塊根粗蛋白質含量與乾物重之表型、遺傳相關均爲不顯著之負値，認爲選育具有高蛋白質及高收量之品種有可能性。

至於甘藷粗澱粉率、乾物率、塊根肉色及塊根收量等性狀間之相關，得知甘藷粗澱粉率與塊根收量及塊根乾物率之遺傳相關爲極顯著之負値，認爲選育高收量及高澱粉品種較爲困難，但因塊根乾物率與塊根肉色及塊根重與肉色之偏遺傳相關均爲顯著之負値 $r_{13.2}=-0.62^{**}$及 $r_{23.1}=-0.63^{**}$，粗澱粉率與肉色及塊根重與肉色減除塊根重及粗澱粉率影響後之偏遺傳相關分別爲 -0.29及-0.35^{*}，表示利用甘藷塊根肉色不爲橙紅色之高澱粉品

種爲材料，選育具有高澱粉及較高收量之品種較爲容易。

甘藷塊根重與收穫指數及總乾物重之偏遺傳相關均爲極顯著之正值，$r_{12.3}=0.88^{**}$及$r_{23.1}=0.86^{**}$，當減除塊根乾物重影響後，收穫指數與塊根乾物重之遺傳相關爲極顯著負值，$r_{13.2}=-0.63$，當減除莖葉乾物重之影響後，收穫指數與總乾物重之遺傳相關爲極顯著之正值，$r=0.59^{**}$，由此得知欲選育高收量塊根之品種，應選拔塊根與莖葉之比率高的株型，才可達成提高塊根收量之效果，並指出甘藷收穫指數及總乾物重對塊根乾物重之影響，兩者均表現有相同的重要性。

同氏(1989)研究甘藷在三個不同生育期之塊根收量與主要生理等性狀間之品種加機差項之相關，指出甘藷品種塊根乾物重(1)與總乾物重(2)及收穫指數(3)之偏相關在植後60天、120天及180天均爲極顯著之正相關，$r_{12.3}$分別爲0.87、0.95及0.99，及$r_{13.2}$分別爲0.96、0.99 及 0.99，但減除塊根乾物重後之總乾物量與收穫指數之偏相關，$r_{23.1}$分別爲-0.88、-0.74及-0.97，均爲極顯著之負值。並由路徑係數分析得知，甘藷總乾物重與收穫指數對塊根乾物重之影響，當生育期爲90及120天時，以收穫指數對塊根乾物重之影響爲較大，而生育期 150 天及 180 天，收穫指數及總乾物重直接對塊根乾物重之影響，均表現有相同的重要性，認爲總乾物重及收穫指數對塊根乾物重之影響，有隨著生育期之延長而改變。影響甘藷產量構成因素之最主要的生理基礎，爲供源强度(Source strength) 及積儲强度 (Sink strength) 以及光合產物之分配，所以甘藷產量構成因素可分爲形態和生理兩種，即產量構成之生理因素爲葉面積指數 (LAI)，淨同化速率(NAR)及葉面積持續期(LAD)等，即供源强度，它的供應能力以供源大小及活性之乘積表示之，而構成產量之形態因素爲每株塊根個數及每個均重，即爲積儲强度，它的需求能力以積儲大小和活性之乘積表示之，由此可了解光合產物供源和積儲强度與產量之表現有密切關係。據李良(1989)研究本省秋作(乾季)及夏季(雨季)兩個不同期作下，三個不同生育期中，甘藷各重要形態和生理性狀與產量間之關係，得下列結果：

(1)由甘藷重要形態性狀與塊根乾物所表現之相關，不同期作間之趨向大致相同，顯示積儲强度與塊根乾物重間有極顯著之正相關存在，表明每株塊根個數及每個塊根均重爲甘藷塊根收量之主要構成因素。欲求塊根收量增加，必須使每株塊根個數及每個塊根均重增加，如塊根個數和每個塊根均重均大，或一方較劣，他方特優，且優方能補償劣方而有餘時，則塊根收量增加。兩期作間積儲强度雖互有正負不同之效果存在，但如有適當的每株塊根個數和每個塊根均重之組合，即可依產品利用目的不同，作適當的配合，可使甘藷有較高的收量，故認爲以積儲强度作爲選拔高產品系之指標，可獲有良好的效果。

(2)由甘藷各重要生理性狀與塊根乾物重所表現相關，不同期作及不同生育期雖有些差異，夏作淨同化速率與每株塊根個數及每個塊根均重，在生育中期及後期均有極密切之關係，而秋作在三個生育期中，以每個塊根均重與塊根乾物重較每株塊根個數與塊根乾物重之關係最爲密切，但均顯示淨同化速率爲影響塊根乾物重之重要因素，

即甘藷供源强度中，以淨同化速度對塊根乾物重之直接影響爲重要，但因淨同化速率在取樣測定上所費勞資較大，且易受環境因素之影響，所以以淨同化速率作爲選拔高產品系之指標，爲較不易得到良好之效果。

夏作及秋作之品系間甘藷供源和積儲强度潛能與塊根乾物重，以及供源和積儲强度潛能等之間均具有極顯著正相關，夏作生育期180天品系間之塊根乾物重(y)與供源强度潛能(XA)及積儲潛能 (XB)之單相關係爲 r yA=0.75**， r yB=0.99**， r AB=0.74**，秋作生育期180天，其 r yA=0.34**， r yB=0.99**及 r AB=0.34**，由路徑係數分析結果獲知，夏作及秋作生育期180天，均以積儲强度對塊根乾物重之直接影響效果爲最大。

據磯永吉等(1948)在本省研究結果：甘藷在不同種植季節 (自10、11、1、3、5、6、7月)，每株莖葉重與基部分枝數及莖長之單相關均爲顯著之正値，莖葉重與基部分枝數之r自0.45-0.76，莖葉收量與莖長之r自0.26-0.70，而基部分枝數與莖長之r自0.04-0.52之間。由此可知如要使每株莖葉重增加，必須在生育初期增加基部分枝數，而每株基部分枝數與莖長爲構成甘藷莖葉重之重要因素。

李良(1980)研究，秋作甘藷莖葉重與分枝數及莖長之表型相關係數分別爲0.379及0.123，遺傳相關係數分別爲0.381及0.113，而分枝數與莖長之表型及遺傳相關係分別爲-0.338及-0.345，表示每株分枝數多，莖蔓短，據調查一般甘藷品種以短蔓的分枝數爲較多，由上述結果可知，每株莖葉重與分枝數相關較爲密切，亦顯示甘藷每株莖葉重構成因素爲分枝數及莖長，而選育莖葉收量高的品種，以選拔短蔓，分枝多的爲宜。據李良、高景輝(1990)研究甘藷不同特性品系供源和積儲能力指出，甘藷不同特性品系間供源和積儲能力均有極顯著之差異存在。由20個品系之供源能力與供源對積儲效應之間及積儲能力與積儲對供源效應之間的直線回歸關係指出，由甘藷供源能力來推測積儲對供源之效應，可期望獲得良好的效果。

李良等(1991)研究甘藷收穫指數及塊根收量之穩定性結果時發現，在不同環境下甘藷收穫指數與塊根收量間之相關爲顯著， r =0.73，而在變動環境下，收穫指數之變異性比塊根收量爲小，認爲由甘藷收穫指數作爲間接選拔高塊根收量之指標，可能會有良好的效果。

(四)甘藷自交系利用

甘藷爲異花授粉作物，其自交結實率低，然也因品種不同而有差異，甘藷自交世代數增加，花粉有不同程度之退化，結實率亦有明顯的降低。王俠(1969)以美國引進kandee及Nancy Hall自交可稔性高的品種進行研究結果，試驗中有近1/3之自交一代無法順利開花，而可開花之自交一代中，有半數以上不稔性花粉比率甚高，由自交一代對可稔性之喪失或降低以及其塊根收量及製簽率減低的情形，表示自交系間雜交，利用雜種優勢雖較爲困難，然而由若干高收量之自交一代觀之，利用自交系間雜交，育成優良品種仍有可能。

㈤甘藷育種方法改進之效果

1966年嘉義農業試驗分所爲提高甘藷育種工作效率，開始採用甘藷逢機交配族群育種法，即選擇不具有密切親緣關係，而具有某種優良特性，開花良好的品種，在隔離地區作重複多向雜交，利用昆蟲自然授粉，並在甘藷逢機交配族群中應用輪迴選種，其目的是使其染色體內及間之遺傳因子重新組合，使每一世代之非相對因子間交感作用，得以最大可能表現以期增加變異。李良(1974)研究甘藷逢機交配族群各連續世代之變異及平均表現得知，塊根重、莖葉重、每個塊根均重及塊根個數等4種性狀之變異情形，一般有隨世代之不同而表現有增加之傾向，各連續世代(2－7代)塊根重、莖葉重、每個塊根均重及塊根個數等之平均表現，雖其數值有不同之變化，但均表現有增加情形，且以中間世代之平均值爲較高，顯示由中間世代選拔優良品系，可期獲得優良效果，並在逢機交配族群中依設定之選拔強度，進行混合選種，更可獲得優良效果，因此自1966年採用此種育種方法，先後育成食用優良品種多種，如台農63、64、65、66、68、69、及70號等。

㈥甘藷抗病蟲性篩選與研究

1967－1976年間正值本省甘藷簇葉病發生流行期，北部沿海及澎湖地區嚴重受害，經嘉義農試分所研究，確認爲一種菌質病(mycoplasma disease)，又經傳播試驗發現媒介昆蟲可能爲南斑浮塵子，並進行媒介昆蟲生態之探討以及進行品種間抗病性篩選。又於1976－1990年間進行甘藷毒素病及其傳播媒介之研究，並經證實本省甘藷至少6種以上之毒素病存在，且已分離得到其中三種病毒(SPV-N，SPV-A及SPV-B)，複合感染病毒株對塊根收量減產率約爲30%以上。其後又積極進行品種間對病蟲害抗性篩選，以期選出優良抗病、抗蟲性親本，進行抗病蟲之育種工作，篩選之病蟲害有毒素病、簇葉病、軟腐病、蟻象和螟蛾等，並設置蔓割病及縮芽病等的檢定圃，同時加強引種，增加抗病蟲種源來源，期使抗病蟲育種工作獲有順利進展。經由抗病、抗蟲檢定結果，計選出2個食用優良品種，即(1)台農66號對簇葉病具耐病性，使澎湖及北部沿海地區之食用甘藷品種更新工作得以擴展，(2)台農67號對蟻象亦具有忍耐性，僅塊根表皮層受害，損失輕微，極少侵入內部，估計可減少14%以上之收量損失。

㈦甘藷田間試驗技術研究

甘藷的品種在田間表現的性狀，是由品種遺傳特性和外界環境條件綜合作用的結果，同時它的生產亦具有明顯的季節性和地區性，所以育成之新品系，必須經過一系列之田間試驗程序，在試驗過程中若能採用正確的試驗方法，才可提高試驗之效率與正確性(accuracy)和精密度(precision)，而以客觀的立場評估育成品系之優劣及其可能適應的地區和栽培條件，因此田間試驗的基本要求是試驗之目的性；試驗之代表性；試驗之精密性及試驗之重現性等，其任務是使試驗得到正確和精密結果，同時對試驗結果作出正確的結論。甘藷田間試驗技術通常包括試區和區集之大小、形狀、排列方式、試驗所需重複次數以及選定試驗設計等等，在試驗時應求其適當合理才可提高試驗結果之準確

性。李良(1957 , 1962, 1964及1971) 曾對甘藷田間試驗技術進行研究，其結果分述如下：

1.試區規劃：本省兩期作田之田間試驗，中部地區最小取樣單位不宜小於行長6公尺之單行區，最適試區行長8－12公尺之三行區，面積在18-36m²之間。北部地區不宜小於行長8公尺之單行區，最適試區行長爲8－12公尺之三行區，面積在24-36m²之間。單期作田之田間試驗，南部地區最小取樣單位不宜小於行長6公尺之單行區，最適試區行長6－12公尺之二～三行區，面積在12-36m²之間。

2.區集規劃：如土壤差異係數(b)值高時，採用完全區集設計爲宜，b值低時，因縮小區集面積可提高相對效率，採用不完全區集設計爲優，適合之區集形狀應依試驗土壤肥力之變異方向而定，如試地土壤肥力差異順道行長方向，區集規劃應與肥度成垂直，如試地土壤肥力方向不明，應避免採用狹長形區集，以採用方形區集作密集排列爲宜。

3.重複次數：應視試驗地之變異性大小，試項間之平均差數百分率大小，試項數多少，試驗設計方法，所需顯著性測驗水準高低，及獲得與零有顯著差數之最高適當機率等條件之變動而定，並可用 $r \geq (\frac{\sigma}{\delta})^2(t_1+t_2)^2$式估算所需之最少的重複次數。

4.甘藷區域試驗地區、年份及重複次數之適當配合：據研究通常品系×年份之交感作用多不顯著，表示品系對年份無顯著不同之反應，但品系×地區之交感作用則大多顯著，表示品系對地區之反應不同，所以區域試驗在適當年份數下，增加地區數對品種平均之理論標準機差之減低爲較顯著，所以區域試驗應增加地區數爲宜，而適宜的縮小試區面積增加重複次數，對提高試驗結果準確度也是有利的。

5.甘藷育種上品系或處理數較多之比較試驗：爲減少區集內試區間之土壤肥力之差異，宜採用簡方、三檽、平衡檽及尤鄧氏方格等設計，據研究試驗品系數約在25個以上，採用簡方、三檽、平衡檽設計之，平均相對效率比採用逢機完全區集增加43％。

(八)甘藷食用品質特性與理化性質間關係研究

據李良等(1991)研究甘藷食用品質特性與理化性質間之關係結果，甘藷蒸煮後之適口性、肉色、風味及質地等 4 種食用品質特性間均具有極顯著之高度正相關，且此 4 種食用品質特性對食味可接受性之變異爲90％，表示此 4 種食用品質特性爲食味可接受性之重要構成因素。 6 種理化性質對食用品質特性之影響，以直鏈澱粉含量及Hunter a 値對甘藷蒸煮後之適口性及風味之直接影響爲較重要，Hunter a 値對蒸煮後肉色之直接影響爲最重要，而直鏈澱粉含量對蒸煮後質地之直接影響爲較大。又李良等(1992)研究栽培地區及短期貯存對甘藷重要食用品質之影響結果，因栽培地區及貯存時間對甘藷重要品質性狀都有極顯著之影響，所以在本省自然環境下，有必要區劃有利於甘藷食用品質表現之生產區，作短期貯存時亦應注意採收後處理及環境條件的調節，以減少最低損失及保持食用品質，不同品系之重要品質性狀在不同栽培地區及不同貯存期條件下，

均有不同的表現，因此在品種改良計畫中，應重視選育食用品質性狀穩定性高的品種。

三、未來發展目標及改進方向

近數十年來，因社會和經濟結構的改變和國民生活水準的提升，甘藷的用途由用作飼料演變爲供食用爲主，部份作爲食品等加工原料，因此今後甘藷改良重點仍應重視食用品質、加工品質、營養價值和外觀特性等的改進，使單位面積質和量，尤其是食用品質方面，要有更進一步的突破，並求產品多樣化和品質高級化，以提高產品利用和經濟價值，今就筆者管見所及，擬就今後有關甘藷品種改良工作陳述如下，敬請專家學者們指正。

(一)甘藷品種改良方面，應育成各種用途之優良品種，以提昇甘藷產品多用途利用價值，如育成食用品質優良營養價值高品種，以增進或補充國民營養；育成適合食品加工用品種，以開發嬰兒食品、保健食品和高級烘焙食品等。甘藷主要病蟲害幾已成爲生產上之限制因素，如毒素病和蟻象等，爲維持甘藷生產穩定，積極育成抗病蟲的品種，爲最有效且經濟之方法，如採用逢機交配族群，並配合混合選種，可期有相當的效果。爲配合甘藷品種改良工作效率，發揮最高潛能，對於生理、遺傳及育種方法以及生物技術在甘藷品種改良上應用，在不良環境下，如適合夏作甘藷生長在高溫及多濕的環境之優良品種等等，均應合作加强進行，使之在現有栽培環境條件下，能育成高品質及更高生產潛力之新品種。

(二)開發甘藷食品加工方法，使產品獲得有效利用：本省所生產的甘藷產品，一般來說，尙未做到有效利用之程度，仍滯留在初級原料供應的階段，致無法提高產品的經濟價值，因此今後對食品加工利用上，應研究開發更有效的利用途徑和方法，使甘藷直接和間接生產能相互呼應，則台灣甘藷之生產仍有前途。

(三)有體系的建立甘藷健康種苗繁殖制度：本省甘藷毒素病多數爲多種病毒的複合感染，此種複合感染病毒，可顯著影響塊根收量和品質，因爲甘藷採用無性繁殖方法，病毒易隨塊根及莖蔓等繁殖而傳播，使病毒蔓延，所以除育成抗病品種外，爲防止病毒之傳播，應發展信賴度高而易於施行之病毒診斷方法，以及繁殖健康苗用之組織培養技術，以建立甘藷健康種苗之繁殖制度。

(四)加强甘藷種質資源搜集、保存、評估和利用：甘藷屬中之栽培品種以及野生種的種質資源極多，過去嘉義農試分所雖然收集不少，但未作全面收集，且在評估和利用上仍嫌不足，尤其對於抗病、抗蟲，耐逆境及近緣野生等種質，如對毒素病、蟻象、耐旱、耐濕及耐高溫等具有抗性者更爲重要。收集種源後之評估和保存工作亦極重要，藉以明瞭種源的利用價值，才能發揮品種改良的作用。

結　　論

甘藷爲本省重要的根類作物，目前主要用途供作食用，部份爲食品加工原料，因此改進甘藷食用品種之優良食用品質、加工品質和抗病蟲、高產潛力以及低生產成本的品種，使產品多樣化，品質高級化及利用合理化等，是本省現階段甘藷品種改良目標中極爲重要的研究

工作，而本省甘藷產品利用方式，數十年來，仍滯留在初級原料供應階段，因此必須積極開發甘藷加工和產品有效的利用途徑，使生產和利用能得相互呼應，才能提高甘藷的經濟價值，達成有利的生產。有關甘藷育種工作之基礎研究的加强和有關生產與利用上之連鎖技術方法研究的配合和突破，也是今後應該再作進一步努力的工作，如此則本省甘藷的產業，今後才能保證獲得更有利的發展。

參考文獻

1. 王俠, 1951. 甘藷新引進品種特性觀察。農業研究, 2(3)：91-110。
2. 王俠, 簡金寬, 1956. 促進甘藷不開花品種開花之研究。中華農學會報, 14：15-241。
3. 王俠, 李良, 簡金寬, 1960. 甘藷新品種"台農57號"之育成。中華農學會報, 31：42-53。
4. 王俠, 1964. 甘藷自交與雜交不親和性及其他因子影響結實之研究。中華農學會報, 48：1-12。
5. 王俠, 1969. 甘藷自交系之研究。台灣農業, 5(1)：1-13。
6. 王俠, 林金鐵, 1969. 甘藷親本及其後代胡蘿蔔素含量之檢定。中華農學會報65：1-5。
7. 李良, 1957. 甘藷圃場試驗技術之研究。中華農學會報, 19：1-10。
8. 李良, 1962. 甘藷圃場試驗樣式與逢機完全區集設計效率之研究。中華農學會報, 40：40-49。
9. 李良, 1964. 甘藷品種區域試驗技術之研究。中華農學會報, 45：11-17。
10. 李良, 1971. 甘藷田間試驗取樣技術之研究。中華農學會報, 73：9-22。
11. 李良, 1974. 甘藷逢機交配集團各連續世代之變異及平均表現之研究。農業研究, 23：255-262。
12. 李良, 1975. 甘藷逢機交配集團數量性狀遺傳之研究。農業研究, 24：32-42。
13. 李良, 1977. 甘藷粗蛋白質含量之遺傳及其與塊根收量相關之研究。中華農學會報, 100：78-86。
14. 李良, 1982. 甘藷粗澱粉率之遺傳及其與塊根收量等性狀相關之研究。科學發展月刊, 10(9)：765-772。
15. 李良, 廖嘉信, 蔡富, 林金鐵, 1983. 甘藷新品種台農65號之育成。台灣農業19(6)：93-97。
16. 李良, 廖嘉信, 蔡富, 林金鐵, 1984. 甘藷新品種台農66號之育成。台灣農業20(1)：28-33。
17. 李良, 廖嘉信, 鐘美麗, 嚴新富, 1985. 甘藷新品種台農68號之育成。台灣農業, 21(6)：45-50。
18. 李良, 1986. 甘藷收穫指數之變異及其在育種上之關係。中華農學會報, 136：25-36。
19. 李良, 1987. 甘藷指數之遺傳及其與塊根收量等有關性狀之關係。中華農學會報, 140：

11-21。
20. 李良, 1989. 甘藷形態與生理性狀和塊根收量間之關係。中華農學會報，147：10-27。
21. 李良, 廖嘉信, 羅筱鳳, 1991. 甘藷收穫指數及塊根收量穩定性之研究。中華農學會報, 145：3-13。
22. 李良, 廖嘉信, 嚴新富, 李忠田, 1991. 甘藷新品種台農69號之育成。台灣農業, 27(5)33-44。
23. 李良, 廖嘉信, 賴昭蓉, 1991. 甘藷食用品質特性與理化性質間之關係。中華農學會報，156：83-94。
24. 李良, 廖嘉信, 陳玲蘭, 賴昭蓉, 1992. 環境因素對甘藷理化性質及食用品質之影響。中華農學會報，160：30-42。
25. 李良, 廖嘉信, 1993. 甘藷食味與理化性質之變異及其與育種之關係。國科會專題研究報告, 未發表。
26. 廖嘉信, 簡義忠, 鐘美麗, 邱人璋, 韓又新，1979. 台灣甘藷毒素病之研究 I .甘藷黃斑型毒素病。中華農學會報, 28(3)：127-138。
27. 臺灣省農試所嘉義農試分所工作簡報, 1947-1993。
28. 鐘美麗, 廖嘉信, 1981. 病毒對甘藷產量及品質之影響。植保會刊, 23：137-141。
29. 平間物三郎, 1935. 台灣ニ於ケル品種之特性に關す爲調查研究。台灣總督府中央研究所農業部報告68。
30. 野田幸豬, 1936. 台灣甘藷品種の分類と其開花生理に關すろ研究。台北農林學會報第一號, 1-195。
31. 磯永吉著, 王念烈翻擇, 1948. 台灣甘藷之栽培。農報, 2(11-10)：485-488, 2(5-6):40-56。
32. Li, L., 1982. Breeding for increased protein content in sweet potatos. Proc. of 1st Intl Sym on Sweet Potatoes, AVRDC Publication, 345-364.
33. Li, L. and C. H. Kao, 1985. Investigation of source-sink relationship in sweet potato by reciprocal grafts. Bot. Bull. Acad. Sinica, 26:31-38.
34. Li, L. and C. H. Kao, 1990. Variation of sweet potatoes with respect to source potential and sink capacities. Euphytica, 47:131-138.

討　　論

問：甘藷品種之間，顏色分紅色與白色，紅色品種之顏色深淺與其所含胡蘿蔔素與維生素乙量是否有相關?

林奕耀（中興大學植病系）

答：甘藷塊根肉質紅色色澤深、淺與其所含貝他型胡蘿蔔素量有高度正相關，但其與維生素乙不具有相關。

問：1.甘藷育種方向有沒有必要再走能源生產方面?

2.甘藷育種改良除 Tissue culture 及 Protoplast fusion 外，有沒有利用其他方法?

吳文川（中興大學）

答：1.視未來能源缺乏情形及需求而定，依目前情形尚無此需要。

2.甘藷育種除了 tissue culture 及 protoplast fusion 外，也可利用誘變育種，以及誘變與組織培育結合等法。

問：甘藷栽培品種既已朝食用及產品加工利用等方向改進，而在加工處理中去皮是以高成本之步驟，請問在育種方面及栽培方面對此問題如何解決?

林維和（桃園農改場）

答：甘藷產品加工常要去皮處理，成本高，爲了減少這些損失及成本，在育種上可選育表皮層薄的品種或肉色與表皮色一致的品種，可減少表皮損失。目前在栽培上尚無法可行。歐美各國早已利用 NaOH 稀釋到適當濃度來去皮或以蒸氣去皮，可減少人工去皮的成本和損失。

The Achievement and Prospect of Sweet Potato Breeding in Twiawn

Liang Li
Department of Horticulture, Chinese Cultural University, Taipei, Taiwan, Republic of China.

Chia-Hain Liao
Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

The sweet potato breeding program in Taiwan was started as early as in 1911. Over 70 cultivars of sweet potato have been released during the past eighty years and the achievement has been especially remarkable in the field of quality improvement. Currently the leading commercial cultivars are Tainung Nos. 57, 64, 65, 66, 67, 68 and 70, Taoyuan No. 1, and Tainan No. 18. Numerous basic studies related to breeding have been carried out by the Chiayi Agriculture Experimental Station in the following fields: the identification of self- and cross incompatibility, the testing of general and specific combining ability among defferent types of cross combinations, the discovery of factors affecting flowering and seed-set, the methods of promoting flowering, the analysis of morphological and physiological yield components through the analysis of correlation and path coefficients, the use of random mating population for the development of superior cutivars, the genetic and correlation analysis of some important quantitative and qualitative traits, and the improvement of field sampling techniques for progeny selection, in addition to a series of yield trials. In view of the decreasing trend in sweet potato production in Taiwan, efforts for improvement and renovation of sweet potato production in the following subjects are suggested: 1) the improvement of cultivars with disease and insect resistance, high eating and processing quality, high productivity, and low production cost by both polycross method and biotechnological approaches; 2) the efficient production of virus-free seedlings through in vitro propagation techniques; 3) the collection, evaluation ,and utilization of genetic resources; and 4) the development of processing methods to widen the utilization scope of sweet potato products.

(Key words: Sweet potato, varietal improvement, yield, quality.)

馬鈴薯育種之現況

曹幸之　鄧汀欽　曾明懋
台灣省農業試驗所

摘　要

選種用的馬鈴薯材料依其來源分成二類，歷年篩選結果分別敘述。

第一類爲亞洲蔬菜中心所提供的921品系(原育種目標爲耐熱性)，在農試所田區經數代繁殖及營養系選留，一些較不受毒素病爲害之品系，經過品系試驗、區域試驗及示範栽培並配合病理人員之抗病性檢定後，選出一黃皮、黃肉、鮮食品質佳，對PVY病毒耐病性强之品系，於82年3月2日通過審查命名爲台農一號。第二類爲育種品系均爲國際馬鈴薯中心提供之薯球族群：第一族群爲對PVY病毒免疫性呈分離的薯球族群，經過一次接種PVY-m(嵌紋)系統篩選以及五次田間篩選，在第六次種植前以ELISA偵測所保留種薯上之PVY-m，並淘汰47%的種薯，其餘薯球種植後僅8個品系共約3%的種薯再表現毒素病徵，顯示此類育種品系田間抗病性穩定。第二族群爲具多種抗病性的分離薯球族群，除抗毒素病外，並有對晚疫病、早疫病及青枯病的抗病性，已經四次田間繁殖及篩選並曾以ELISA篩檢不帶PVY-m的種薯，淘汰44%的薯球後，其餘種薯再種植還有約15%的發病率。以上二薯球族群都有農藝性狀表現較優的品系，經初步田間重複試驗及調查，將繼續就抗病性，薯球產量及薯球比重等特性選育加工用品種。

關鍵詞：抗病篩選、病毒抗性、馬鈴薯

前　言

五百年前哥倫布發現新大陸，開啓了東半球與西半球的人文交流，在十六世紀中葉西班牙人把馬鈴薯從原產地的南美洲帶回西班牙及葡萄牙種植，並由之傳入意大利及歐洲各地，到十九世紀以前馬鈴薯已成爲歐洲許多地方的重要食物，後來又從歐洲傳遍世界各地，雖然馬鈴薯的栽培歷史較之於其他穀類作物短，但由於單位面積產量高，生長期短，營養成分高，品種類型多，既適合不同市場需求，也適合在多種生態地區種植，很快就成爲世界上僅次於水稻、小麥、玉米的四大糧食作物之一[18,19,20,21]。

馬鈴薯雖然適應性廣，但它還是會受環境逆境如溫度、營養及土壤問題的影響，同時它的病蟲害多達二百六十種，又由於利用塊莖無性繁殖，在生長期間容易被病毒傳染，造成病毒性退化，並常受晚疫病、青枯病等多種眞菌或細菌病害侵襲，使得〝高產作物不高產，甚至絕對變低產〞。在先進國家利用健康種薯，良好的栽培管理技術以及農藥防治來控制病蟲害以穩定生產，但仍有不少病蟲害的防治效果不佳或不足[8,22]加上大眾對環保意識的高張，

可用的農藥將越來越少，農業所帶給環境的衝擊，使今後的永續農業，勢必兼顧自然資源的維護及糧食增產，而馬鈴薯病蟲害的防治，也將倚重抗病品種的栽培[17,18,21,22,23]。像晚疫病是全世界最重要的馬鈴薯病害，如果能淘汰感病的流行品種，而改種較有抗病性的品種，可以延後第一次噴藥的時間二至三週，噴藥次數也可減少爲每二週一次[23]；種植具有抗性的品種可有效控制土壤中孢囊線蟲的密度，其抗性因生理小種的問題，在荷蘭一般(依每年或每兩年種植馬鈴薯)可維持六年或十二年[23]。

由於時、空距離隨科技進步而縮短，許多病蟲害及其他栽培問題不再侷限於某地某國，因此馬鈴薯的育種工作也有跨國合作[17,20]，以增進國際間品種 (或育種材料)、經驗及技術的交流，例如PICTIPAPA (International Cooperation Potato Late Blight Program)即爲跨國合作的馬鈴薯晚疫病防治計畫，而國際馬鈴薯中心(CIP)及其合作國家的研究機構對不同病蟲害的抗病育種工作係利用族群育種來增進族群內有用基因的頻率及有用性狀的重組，每年篩選數十萬株，以育成集合不同抗病性及其他特性的薯球族群或品系，可供各國選出適合當地需要的品系(品種)[17,20]。

台灣栽培馬鈴薯的歷史不長，由於多當蔬菜用，栽培面積不算廣[10]，但當夏季因颱風造成蔬菜短缺，冷藏的馬鈴薯具有非常重要的市場調節功能，其營養價值還具防病的功能[19]；它的加工食品如洋芋片也是流行的休閒食品，在品種方面，過去沒有種薯繁殖制度前，由日本進口種薯，後來則一直以五峰，克尼伯與卡第那爲主[10]，只是五峰一直未列入種薯檢疫制度，而近兩年品種趨向集中於克尼伯。克尼伯雖較卡第那對病毒具有抗性，也抗晚疫病，但當病毒濃度高以及有PVY與PVX複合感染的情形下，仍然極爲感病[7,14]，影響產量，加上它又不耐低溫，產量經常偏低。

本文簡要報導農業試驗所過去十年所進行的馬鈴薯引種及選種工作之結果[1~7,9]。

內　　容

所用馬鈴薯依來源，供試材料分成三項分別敘述。

一、抗馬鈴薯Y病毒(PVY)鮮食品種之選育

民國六十八年由亞洲蔬菜研究發展中心所獲九百二十一個栽培物種(*Solanum tuberosum* ssp. tuberosum) 的營養系，於每年十月至十一月秋冬季種植於農試所試驗田觀察及繁殖，採收時依薯球產量及整齊性選留種薯，由於病毒的累積感染，保存品系隨繁殖次數的增加而逐年減少，部分品系不受病毒爲害，留種較易，因此選出產量與薯球性狀較佳者進行品系比較，七十六年冬起在產區試種，七十八年起進行秋作及冬作不同產地共九作區域試驗[12,13]，調查成熟期、薯球產量、比重及薯球大小分佈，並於七十九冬作起進行品系對病毒反應調查試驗，包括田間發病情形，對接種PVY之反應，種薯帶病毒之比率，帶不同病毒對產量之影響，PVY病毒對產量之影響，留種次數對產量之影響，皆配合利用ELISA

偵測技術[14,15]，供試品系較對照的栽培品種表現抗病，因之產量穩定[12,13,15]，其中 No.143 與 No.770 兩品系於八十年秋冬再進行示範栽培，選出市場能接受的黃皮品系 No.143 ，並於八十二年三月二日通過田間審查，命名爲台農一號[7]，總計該品種共經歷十四年田間選拔及繁殖，對 PVY 具有抗病性，薯球產量高而穩定，薯肉鮮黃色，因此又名黃玉，生食並無青澀味，鮮食風味較克尼伯爲佳，由於薯球固形物含量不高，還原糖含量 0.1%，高溫油炸易變褐，不能加工用。目前種苗改良繁殖場已更新此品種，保存不含偵測病毒[8,16] (PVY，PVS，PVX，PVY)的試管苗。台農一號的簡要說明如表1。

二、對PVY免疫性呈分離的薯球族群

民國七十五年十月自CIP引進五十個對PVY免疫性呈分離的薯球族群(tuber family)，共2,810個薯球，每薯球遺傳基因不同，代表一個營養系(clone)，各族群的薯球數由八個到一百二十七個不等[9,11]。這些薯球族群的親本不但對PVY免疫，還有早生、耐熱或抗捲葉病毒(PLRV)的特性(表2)。

75-76年：第一年種植時，每族群中較大的薯球切半，並給予相同的編號分別種在網室與田間，網室爲同田區上架有簡易網室設施的部分，其餘薯

表 1. 馬鈴薯臺農一號之說明
Table 1. Description of potato cv. Tainung No.1

項 目	說 明
育種親本	Juanita x J-178-10(155)
來源地	墨西哥
選 拔	依營養系選拔法繁殖而得。
成熟期	中晚生，生育期 110-120天。
株 高	中等高度，介於 45-60 cm之間。
葉 色	濃綠、有光澤，葉面光滑。
薯 球	橢圓形，薯皮淺黃色，薯肉黃色，大薯比率高，芽眼較淺，芽色爲紫色，成熟薯休眠期中等。
抗病性	對病毒 PVY-m 及 PVY-n 具有耐性。
用途	鮮食、適做薯泥、咖哩配料、色澤鮮黃、味略甜。

球則逢機分置兩種處理。網室部分在種植後一個月接種PVY嵌紋型系統 (國立中興大學盧耀村教授提供及協助) 。接種後四週即可在感病株上出現嵌紋病徵，甚至有族群出現頂稍壞死的過敏性反應 (Hypersensitivity) ，其他病徵尚有葉片內捲縐縮、黃化、壞疽等[11]。汰除所有明顯發病株，其餘各品系在採收時依薯球性狀單穴選拔。開放田間部分則不行接種，僅生育期中拔除感染病毒的植株，採收選留單穴[11]。開放田間的採收率平均66%，由其中選留

192個品系，約爲採收株數之14%，有五個族群或因薯形差或因芽眼深或因有二次生長而沒有選留任何營養系，各族群平均產量由每株190公克到915公克不等，共有十一個族群平均產量高於對照品種卡第那的615公克／株。在網室部分，感病株約佔29%，其餘採收品系的選拔強度約爲12%，共選留141個品系，各族群平均產量介於150～1,100公克/株，共有117個族群產量高於對照的免疫品種Pirola，營養系的選留以薯球芽眼較淺，外形較好爲優先標準。

76-77年：76年夏季在台大山地試驗農場(梅峰，2100m)種植前季選留的333個品系，繼續觀察，除淘汰表現嵌紋病徵者，並因生育期中雨水多，有些營養系感染晚疫病，表現葉枯及薯球壞疽，品系差異明顯。同年秋冬季選留各品系再種植於農試所試驗田，經過110天採收時許多品系莖葉仍然茂綠，最高單株產量達5.8公斤，共有36個營養系單株產量在1公斤以上。經過三次田間篩選的營養系計有43個族群的217個品系，有7個族群完全淘汰。對照的卡第那品種經選留一次的留種薯在試驗區毒素病發生率爲60%以上。

78-79年：繼續各品系的田間觀察，各品系種植10～40株不等，結果在77年冬季與78年冬季分別再有41與26品系或因顯出嵌紋、壞疽病徵，或因生長勢不佳，薯球產量低而被淘汰(表2)。78年冬作有12品系平均單株產量在1公斤以上，一半以上的品系產量與對照品種相當。兩品系385095-15與385095-54因薯形整齊本年度列入區域試驗秋作參試品系之一，在三個地點產量均高，385095-15薯皮白色光滑、薯形略長，385095-54則薯形橢圓黃色[12]。本季並在網室內種植前述二品系及18個薯形及產量表現較佳的品系，再由盧耀村教授協助接種PVY嵌紋系統，以確定其對PVY之反應，結果有兩個品系因hypersensitive反應而頂稍壞疽死亡，另有一品系略呈嵌紋病徵。

表 2. 對PVY免疫性的分離族群歷年田間篩選結果(75年-82年)
Table 2. Screening of potato tuber families segregating for PVY immunity from 1986 to 1993

	Tuber Selected[2]		Overlap[3]	Eliminated clone[4]						Current
Pedigree[1]	family	clone	selection	´87 S	´87 W	´88 W	´89 W	´91 W	´92 W	clone
Y x Y series	19	97	6	6	15	11	9	6	1	31
Y x LT-7	4	29	0	1	8	3	1	7	2	7
Y x Katahdin	6	26	1	1	5	8	4	0	0	5
Y X Atlantic	3	40	2	2	6	3	1	2	0	12
Y x 575049	3	34	2	2	7	5	6	0	0	9
Y x 377 Series	11	70	8	2	9	2	4	5	0	17
Ms x Y series	3	30	0	0	9	9	1	0	1	10
Y x C83.551	1	7	1	0	3	0	0	1	0	0
Total	50	333	20	14	62	41	26	21	4	91/146
R PLRV[5]	8	20	2	10	3	2	0	1	0	6

1.Y Series： PVY (potato virus Y) immune, early-maturing.

LT-7：heat tolerant, early-maturing, high tuber yield and uniform in tuber shape.

Katahdin： PVA, PVY resistant.

C83.551：PVY immune and PLRV (potato leaf-roll virus) resistant.

377 Series：heat tolerant and early-maturing.
2.Clones selected from either screenhouse or open field.
3.Same clones were selected from both screenhouse and open field.
4.Clones were eliminated due to virus infection by visual examination in field. The ELISA test was conducted to eliminate contaminated seed tubers only in 1991.
5.Tuber families with resistance to PLRV.

80-81年：385095-15與385095-54兩品系在產地經過二年區域試作，雖然表現豐產但前者因莖葉茂盛，加長生育期，採收時薯形太長且兩端略尖，不合乎本省市場需求，385095-54有傾向野生的變異，植株生長大而久(Giant plant)，薯球太大形差，兩品系均不適合發展成商業品種。十六個在網室內前季經過PVY接種的品系於79年秋冬不分重複逢機種植田間，每品系20個種薯分別切成四片，以薯球爲單位種植80株，生育均極茂盛，肉眼看不出病徵，採收產量由每株465～1065公克不等，感病的對照品種卡第那在接種當季即出現嵌紋及葉面褐班，對PVY較有抗性的另一對照品種克尼伯在接種當季不顯病徵，所留種薯本季種植則出現嵌紋，後期還葉片皺縮，顯示供試品系對接種的PVY系統呈免疫。

在80年冬季種植前，所有品系利用ELISA偵測芽體上的PVY-m發生，以篩檢淘汰感染Y病毒的品系與種薯，共偵測105個營養系的1290個薯球，有47%的薯球ELISA讀值高，顯示PVY感染嚴重，共有21個品系被淘汰，其餘53%的種薯以薯球爲單位，切片種植，生育期間僅3%的植株仍顯毒素病徵，有33個品系以ELISA偵測不出PVY-m，產量也平均在每株350-1350公克之間。

81-82年：選拔目標除生長勢及抗毒素病外，也注意加工之可能性，除一些產量表現較穩定，種薯較多的品系以完全逢機排列，3～4重複種植，採收時並以表現好的小區做薯球比重測定，將針對比重高的品系繼續選拔，82年秋再以ELISA篩檢種薯，測試4種病毒，除汰除感病之種薯外也可初步了解各品系對不同病毒的反應。目前所存留的品系數較淘汰感染病毒者後所應留存的數目爲少，應有146(表2)，(係因歷年栽培試驗中管理上有不妥當或冷藏中有腐爛或疏失遺漏以及植株表現不佳等因素)，此類族群現有91個品系，除第一世代爲雜交後的實生薯球，在本所已經 6 代營養系選拔，病毒退化率低，並有中等或以上的產量，如能選出加工用品種，種薯退化問題較少。

三、抗多種病害的不同薯球族群

民國77年10月自CIP另引進九種具不同抗病性的53個薯球族群，共1069個營養系(表3)，每個族群均抗馬鈴薯X病毒(PVX)及Y病毒(PVY)，另加上對青枯病(BW)、晚疫病(LB)、早疫病(EB)及捲葉病毒(PLRV)，等不同抗性病而組成抗 BW、EB、LB、PLRV、PLRV+BW、PLRV+EB、EB+LB、LB+BW 及PLRV+EB+LB 共九種不同類的抗多種病害族群，各族群大小不一，有4～90個營養系不等；每個營養系以一個薯球代表，薯球大小

約10～20公克。

77-78年：77年11月30日種植於試驗田，採收到891個單株，其中97個(約佔採收品系的11%)品系是以單株各選留數個種薯，另有511個營養系 (約佔57%) 各以一個薯球保留，同一族群的混合之，本季爲第一次繁殖觀察僅淘汰生育或薯形不佳者。78年秋將混合保留之種薯每個種成4穴來觀察該營養系，而單株選留的97營養系則每品系以不超過20植穴來觀察。

79-80年：先淘汰了帶病毒的品系79個(約佔種植的14%)(表3)，混合營養系中依薯形及其他外觀品質如二次生長、瘡痂病之發生及薯色，保留了212品系，而單株選留的品系則依整齊度留2～15個不等的種薯，選留70個品系，各類抗病組合的族群以抗青枯病類所留品系較少，原有3個族群已淘汰2個，而抗早疫病及晚疫病組合的族群最多，留有93品系。79年冬再做田間調查，進行薯球性狀、大小及植株生育勢之選拔調查，仍有一些營養系全部或部分植株表現毒素病徵，而有約32%的品系生長極爲繁茂。在抗LB+EB組合中有387443 (PS-15.63 x Maine-47)、387531(Serrana x BL-2.9)、387528 (Pirola x BL-2.9)等族群和抗EB之386180(Maine-47 x 7XY.1)及抗PLRV的族群386299(Pirola x Katahdin)有薯皮粗褐色(russet)的品系，和其他品系黃白色薯球明顯不同。

表 3. 對多種病害呈不同抗性組合的薯球族群歷年田間篩選結果(77年-82年)
Table 3. Screening of potato tuber families with multiple disease resistance from 1988 to 1993

Disease[1] resistance used	Family virused	´88 W planted family	´88 W selected clone	´89 W virused clone	´89 W selected	´90 W selected	´91 W[2] vir	´92 W	Current inventory	
BW	3	39	21	3	7	3	0	0	0	0
EB	11	185	108	14	47	37	13	3	9	22
LB	4	56	34	1	18	14	4	1	4	9
PLRV	4	63	31	3	15	12	0	0	3	11
PLRV+BW	2	55	46	6	22	17	6	2	2	11
PLRV+EB	9	129	83	8	42	30	7	1	6	18
EB+LB	13	410	201	35	93	81	3	3	10	61
LB+BW	1	23	22	1	10	2	1	0	1	1
PLRV+EB+LB	5	109	62	8	28	20	6	1	3	11
Total	52	1069	608	79	282	216	40	11	38	144

1.all tuber families are resistant to PVX and PVY in addition.

2.ELISA test were used to eliminate PVY-infested seed tubers and clones in November, 1991.

81-82年：在80年冬種植前，以ELISA偵測各種薯受PVY-m 感染的情形，先汰除感染濃度高的品系及種薯，以減少種植後的田間拔除工作並且可對各族群的帶病毒情形先予了解，做爲各品系對毒素病反應之相對指標，一共檢測216個品系的1717個薯球的頂芽，有548個(佔44%)薯球，40個品系因感染程度高先予淘汰，其餘1166個薯球依ELISA讀值分成低感染及極低或無感染兩級，分開種植觀察，而且以每薯所切成的種薯片爲單位調查，共種植

5,730穴，結果在田間仍有約15%的種薯長成的植株出現毒素病徵，但低感染種薯區的發病率略高為19%，而極低感染種薯區的發病率則約14%，顯示病毒濃度的差異。抗BW族群原本即小，又經歷年病毒感染或其他生長不佳等原因已沒有留存任何品系，原只有一個族群的抗LB+BW類只留下一個品系(表3)，其他病毒發生率較高的種類為抗EB的組合及抗PLRV+EB的組合。

81年秋冬作將較優品系分成3～4重複不等，完全逢機排列種植，其餘品系依抗病組合類別分開種植，生育期中仍注意發病性及生長勢、採收時注意薯形及整齊性，較豐產整齊者並取樣做薯球比重，顯示比重差異甚大由1.0576到1.0859不等，將針對比重高亦即固形物含量高者繼續觀察其做為加工用途之可行性。產量上有6個品系平均單株收量1公斤以上，本期作有11個品系顯示毒素病徵。82年冬作前將再以ELISA偵測篩檢供採種用之種薯。ELISA有助於選留不感染病毒的種薯或品系，而PVY是造成嚴重減產的病毒，因此以ELISA偵測PVY之存在及濃度，但因每薯球只取一個芽體供偵測，當病毒分佈不很平均以及其他病毒如PVS，PVA的感染，田間種植的植株仍有可能呈現毒素病徵，而除了毒素病外，薯球外型及管理操作上的問題，使選留品系數較單獨就毒素病篩選結果為少(表3)，而這些抗多種病害族群對晚疫病或青枯病的反應目前尚未調查。

結　　論

馬鈴薯遺傳複雜，育種不易，各種病毒及其複合感染造成品種退化，農試所由國際馬鈴薯中心引進不同抗病性的薯球族群，以篩選出適合台灣栽培的抗病新品種，這些薯球族群的親本均係該中心或與合作機構 (如美國康乃爾大學，荷蘭國際農業中心等) 以族群育種方法育成，一般組合力高，抗病性強，遺傳變異較廣，提供給亞洲熱帶地區篩選的材料尚具耐熱性及早生性。由於台灣還有PVS、PVA等其他病毒，病毒之間或有交互影響的作用，甚至細菌、眞菌病害與病毒病的發生也有關係，環境條件有時也會影響植株的抗病程度，因此這些品系(或族群)的抗病性表現歷年有所不同，但仍有不少品系維持穩定的抗病性。有了抗病的馬鈴薯品系，尚須有優良的薯球品質以適合加工用，現雖有一些品系薯球比重高，亦即固形物含量高，但還需測定其還原糖含量以及加工產品的品質，將來隨著生物技術的進步，還可利用基因轉移把抗病基因轉植到優良的加工用品種，加速達成育種目標。

參考文獻

1. 台灣省農業試驗所，1988. 76年年報 p.75-76。
2. 台灣省農業試驗所，1989. 77年年報 p.81-82。
3. 台灣省農業試驗所，1990. 78年年報 p.77-78。
4. 台灣省農業試驗所，1991. 79年年報 p.38-39。
5. 台灣省農業試驗所，1992. 80年年報 p.48-50。

6. 台灣省農業試驗所，1993. 81年年報 p.52。
7. 台灣省農業試驗所，1993. 馬鈴薯品系 No.143 申請登記命名審查資料 30p。
8. 吳榮, 盧耀村，1991.馬鈴薯種薯繁殖圃之病毒檢查。植保會刊 33(4)：424-425(摘要)。
9. 曹幸之, 1988.馬鈴薯之品種選育。蔬菜品種改良研討會專輯，p.109-119。
10. 曹幸之, 1993.馬鈴薯的產業與研究。 台灣蔬菜產業演進四十年專集, p.139-164。
11. 曹幸之, 陳進分, 李碩朋，1987. 抗Y毒素馬鈴薯族群之篩選試驗。 中華農業研究, 36(4)：381-388。
12. 曹幸之, 陳培昌, 李碩朋, 劉慧卿, 1991. 馬鈴薯品系之區域試驗。 中華農業研究, 40(2)：178-187。
13. 曹幸之, 陳培昌, 曾明懋, 李碩朋, 劉慧卿, 1993. 馬鈴薯新品系之區域試驗。蔬菜作物試驗研究彙報 No. 7：13-27。
14. 曹幸之, 鄧汀欽, 蔡淑娓, 曾明懋, 盧耀村, 1993. 台灣馬鈴薯抗毒素病品系之篩選(英文)。植物病毒與似病毒病害研討會專刊 (付印中)。
15. 鄧汀欽, 曹幸之, 蔡淑娓, 黃秋雄, 曾明懋, 1992. 免疫酵素分析測定台灣馬鈴薯病毒之發生與優良品系之抗Y病毒反應。中華農業研究, 41(4)：361-370。
16. 蕭芳蘭, 鄧汀欽, 1987. 利用ELISA偵測馬鈴薯病毒技術之應用。植保會刊22：448(摘要)。
17. International Potato Center, 1992. Annual Report CIP 1992. Lima, Peru. 254p.
18. Brown, C. R., 1993. Origin and history of the potato. Am. Potato J. 70(5)：363-373.
19. Kolasa, K. M., 1993. The potato and human nutrition. Am. Potato J. 70 (5)：375-384
20. Mendoza, H. A. and R. L. Sawyer, 1985. The breeding program at the Interantional Potato Center (CIP). In: Progress in Plant Breeding I. (G.E. Russell, ed.) Chap. 5, p.117-137. Butterworth & Co. Ltd.
21. Niederhauser, J. S., 1993. International cooperation and the role of the potato in feeding the world. Am. Potato J. 70(5)：385-404.
22. Rowe, R. C., 1992. Future challenges in managing potato health. Am. Potato J. 69(11)：768-775.
23. Vos, J., 1992. A case history: hundred years of potato production in Europe with special reference to the Netherlands. Am. potato J. 69 (11)：731-736.

The Present Status of Variety Selection in Potato

S. J. Tsao、T. C. Teng and M. M. Tseng
Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung,
Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

This paper reports the variety selection tasks in potato conducted at Taiwan Agricultural Research Institute(TARI) during the past decade. Breeding materials were categorized into two groups according to their original source and results obtained were separately described. The first group included 921 clones from the Asian Vegetable Research and Development Center, originally for trials of heat tolerance. The amount of clones decreased as the number of propagation cycles increased due to virus contarmination. Some clones performed well in terms of good tuber yield and insignificant virus infection. Selected clones underwent a series of variety and regional trials. With the confirmation of its resistance to PVY through serological tests, a clone with oval tubers of yellow skin and yellow flesh was registered as Tainung No. 1 on Mar 2, 1993. This variety is good for table use. The second group, introduced from the International Potato Center, was further divided into two subgroups. The first subgroup included 50 tuber families segregating for PVY resistance. After inoculating PVY-m at the time of first planting and additional five consecutive crops of screening, 53% of the tuber families were selected for PVY resistance by ELISA test. Only 3% of the selected families showed viral symptoms in later field trials. The second subgroup included 52 tuber families with multiple resistances to PVX, PVY, bacterial wilt, late blight, early blight, and potato leaf-roll virus either alone or in combination. Fifty-six percent of the tuber families were selected for their negative reaction to PVY after a series of field screening and ELISA test. However, 15% of the selected families showed viral symptoms in the field. Clones with good traits and high tuber specific gravity were available in both subgroups. Based on the information secured, variety for both table-use and processing purposes could be selected in the near future with continuous efforts.

(Key words: Potato, Selection, virus resistance,)

芋品種改良

黃賢喜　韓青梅　陳東鐘　戴順發
高雄區農業改良場

摘　要

芋屬天南星科 (Araceae)多年生草本植物，自古為熱帶地區居民之主要糧食，目前在非洲、亞洲、西印度群島及南美洲等地均有廣泛栽培，且近年來全世界種植面積與生產量有顯著增加。芋之重要性僅次於甘藷、馬鈴薯及樹薯，除供主食與副食外，並可當蔬菜、製粉、加工食品、動物飼料及工業用途等，其利用性日趨重要；今後為滿足地球上人口不斷增加而帶來之糧食壓力，加强芋的利用開發與研究，勢必日漸被世人所重視。

台灣芋之栽培面積年約5500公頃，其中高屏地區種植約3500公頃，為南部地區重要作物之一。由於芋在台灣屬次要作物，過去未被各試驗場所重視，故有關芋品種與栽培的研究並不多。為因應芋農實際之需要，高雄區農業改良場於民國72年起除進行芋種原之搜集與品種之選育外，並進行改善芋栽培之一系列研究。本文就近年來旗南分場有關芋品種改良工作方面，包括芋種原搜集利用，台灣芋栽培上所遭遇的問題，選種目標及新品種高雄一號之育成等所獲之研究成果加以介紹外，並就芋品種相關資訊如芋的起源與傳播、分類、營養價值與用途、生產概況及其展望等提出討論，以供將來研究與應用之參考。

（關鍵詞：芋、分類、營養分、用途、種源搜集、品種選育）

前　言

芋之學名為 *Colocasia esculenta* (L.) Schott，在分類學上係芋的總稱。在普通學名中，英名、法名為Taro。西印度人稱母芋為Dasheen，亞太地區人稱芋為Eddoe而加以區別之[28]。此外，Cocoyam為非洲人常用的另一種名稱。在中國使用的名稱亦多，但芋均為普通名之總稱，臺灣人一般稱之為芋仔或芋頭。

芋屬天南星科(Araceae)多年生草木植物，性喜高溫多濕的氣候，生長適溫為25～35℃[6,9,10,]，對土壤的適應範圍較一般作物為廣，具耐熱、耐濕、耐旱及耐肥等特性，一般耕地、水田、旱田或山地均可種植[1,3,6,9]。芋的植株高大，宿根性强，通常地上部生有較大的葉片與葉柄，其總葉面積大，屬需肥量較大的作物，並在地下部生有一個或多個短縮莖。短縮莖著生於植株基部，隨著植株生長逐漸膨大而形成母芋；母芋每環節上均有一個腋芽，可形成小的子芋；子芋腋芽又形成孫芋；並按此生長習性又可形成曾孫芋和玄孫芋。芋的花屬肉穗花序(spadix)，在溫帶或寒冷地開花者甚少見，尤其經濟栽培品種能開花者更少[5,47]，在本省可開花者僅紅梗芋較常見。芋的不稔性甚高，不稔原因是由於不正常減數分裂所引起

[18,19]，故有性繁殖較爲困難，一般均以營養器官繁衍後代。

芋自古爲熱帶地區島嶼居民之主要糧食，近年來全世界種植面積與生產量有顯著增加。以根莖類作物爲主食者約佔全球人口之10%，而芋之重要性僅次於甘藷、馬鈴薯及樹薯[25]。芋除供主食及副食外，並可當蔬菜、製粉、加工食品、動物飼料與工業用途等，尤其可供加工食品的種類比其他根莖類作物爲多。芋含豐富養分，澱粉顆粒(satrch grains)小而易消化吸收[49]，爲消化系統虛弱病人與嬰兒之優良食物；近年來更被美國南方一些州作爲馬鈴薯的補助食物[57,58]，故其利用性日趨重要且漸受世人的重視。

台灣芋頭除蘭嶼部份居民作爲主食外，多以副食(如煮、炸、烤、糕)及加工食品(如芋仔冰、餅類、製粉)爲主[2,13,13]。芋葉柄可作蔬菜食用，尤其颱風來臨時可調節夏季蔬菜短缺之急需，目前台灣需要量有日趨增加之趨勢。台灣每年栽培面積約5500公頃，估計年產值約新台幣6－7億元，多集中於南部地區水田種植，高屏地區栽培面積約3500公頃，約佔台灣栽培面積之65%，爲南部地區重要作物之一[9,10,11]。

台灣芋之栽培歷史已久，但有關芋品種或栽培技術之研究，顯較其他根莖作物如甘藷、馬鈴薯爲少，故可供參考之資料並不多，高雄區農業改良場自民國72年起搜集台灣各地存在的芋種原，除進行特性調查及品種之選育外，並在芋主要產區調查栽培上所遭遇的問題，進行改善栽培之一系列研究本文就近年來在芋品種改良工作方面所獲研究成果加以介紹，以提供各方之參考。

起源與傳播

芋原產印度中部，向東傳入緬甸及中國，向南部傳入印尼等地[27,46]。野生芋起源地在印度，早先向中南半島、蘇門答臘及太平洋群島傳播[2]。芋自古在婆羅洲、加羅林群島、澳洲、紐西蘭及太平洋島嶼等地有廣大的分佈[2,23]。東方許多國家以芋作爲重要食用作物已有二千年歷史[2]。中國古書如〝齊民要術〞(AD560)，〝廣雅〞及〝農政全書〞等書中對芋早有記載，推測芋在一世紀前後已傳入中國[2,5]。此外，又據Plucknett等[24,46]謂芋的原產地爲印度馬來亞地區(Indo-Malayan)，也可能在東印度與孟加拉(Bangladesh)，向東傳入東南亞、東亞及太平洋島嶼，向西傳入埃及與東地中海，此後由地中海向南傳入東非洲，向西傳入西非洲，再由此傳播至加勒比海及美洲地區(圖1)。芋傳到西印度諸島之時期可能是哥倫布時代，以奴隸船隻帶入[5]。埃及之芋可能於公元一世紀時自印度傳入，歐洲人則自埃及方知芋[2]。

台灣芋的引進則來自東南亞、大陸華南地區及日本等地；早先南方民族向北移居時，由原住民(高山族)自東南亞帶入，後來大陸民族渡海來台時亦帶入許多芋種[54]。日本芋早先自中國引進，中國史記（公元前100～200年）中已有栽培種的記錄，可能由中國南部與南洋經其他地區傳入日本，至今琉球與山形縣栽培之水芋種中與大陸南方及南洋地區的部份在來種頗爲近似[5]。日本佔據台灣時期多傳入母子兼用的芋種如紅芋[5,6]。

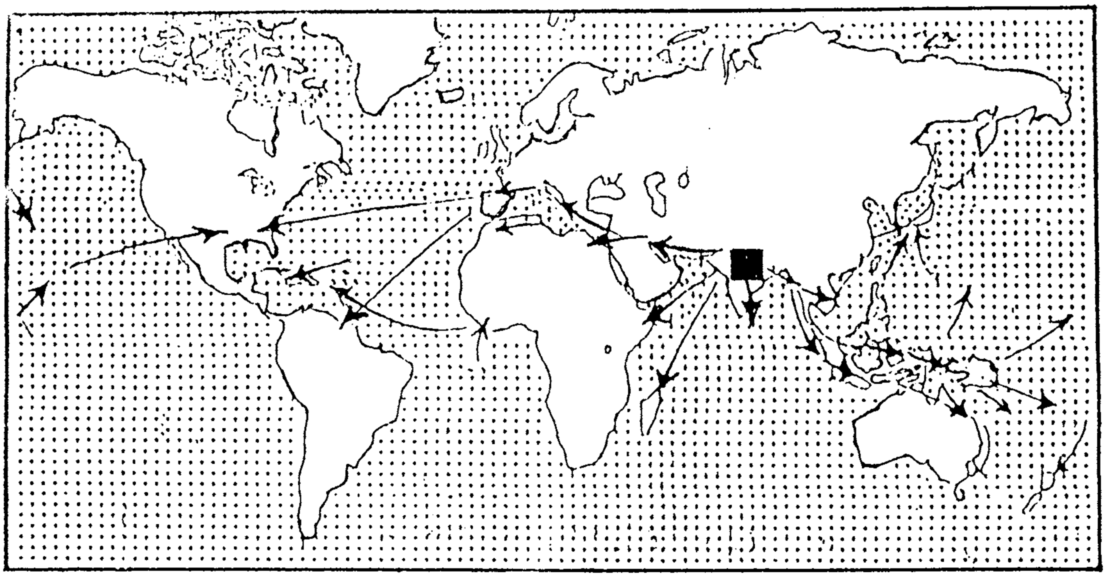


圖 1. 芋的起源地與傳播圖（星川, 1978）

Fig 1. The origin and distribution of taro.

植物學分類

芋屬於天南星科(Araceae)的一種作物，天南星科所包括的植物很多，大約有100多屬超過1500個物種[48]，大多數爲熱帶及亞熱帶植物，性喜生長於潮濕的環境中。本科根莖類中可供食用者被分爲兩大類五個屬，即Lasioidieae類包括 *Cyrtosperma* 及 *Amorphophallus* 等兩屬，Colocasiodeae類包括 *Alocasia* 、 *Colocasia* 及 *Xanthosoma* 等三屬。其中以 *Colocasia* 屬與 *Xanthosoma* 屬爲熱帶地區重要的食用作物，並廣泛的被栽培；*Alocasia* 屬及 *Cyrtosperma* 屬僅在某些地區或國家栽培，而其重要性次之。至於 *Amorphophallus* 屬最不受重視，除非在糧食短缺時，可供作緊急補充之物質用[46]。天南星科重要根莖類作物的分類經常被混淆，茲將最重要之 *Colocasia* 屬及 *Xanthosma* 屬依植物學上特徵加以分類，俾便予識別。

1. *Colocasia* 屬：

Linnaeus (1753)認爲芋有2個物種[36]，即 *Arum colocasia* 及 *Arum escu-lenta*；Schott (1832) 建立 *Colocasia* 屬的分類，並重新命名Linnaeus的物種分爲C. *antiguorum* 及 *C.esculenta*。Hill(1939)又依國際植物學命名法之規則，由於C. *esculenta* 取名之次序比C. *antiguoroum* 爲早，因此C. *antiguoroum* 應爲C. *esculenta* 種內的一個亞種，即可分爲C. *esculenta* var. *esculenta* 及C. *esculenta* var. *antiquorum*，且被許多學者所承認。但Purseglove (1972)爲使分類名稱簡化以C. *esculenta* (L.) *Schott* 作爲芋品種分類

學名之總稱[50]。本屬主要特點為栽培分佈廣，楯形狀葉(*peltate*)，球莖、葉柄及葉片均可供食用，某些品種含高量的草酸鈣(*Calcium oxalate*)結晶體，葉片與葉柄的含量比球莖為高，然經煮熟仍可供食用。大多數均可在水田或旱田生長，栽培面積多，用途廣，為最重要的一屬。 *Colocasia* 屬中重要栽培種，其植物學上主要性狀區分為：

(1)C. *esculenta* var. *esculenta*：以採收母芋為主要目的者如本省主要栽培品種有檳榔心芋，可產生較大的母芋，呈圓筒形，分球性較弱且僅分生4～8個不等的子芋。屬此類的品種，大多數為二倍體，染色體數為28(2n=28)，對水的適應性強，在水源灌溉足或雨量多的旱地及水田中 (如太平洋島嶼地區栽培者)均能良好的發育生長。

(2)C. *esculenta* var. *antiguorum*：以採收子芋為主要目的者如狗蹄芋、烏播芋及石川早生等。通常母芋不大，呈倒卵形，有辛辣味，品質較差，但分球性甚強，可產生大量的子芋及孫芋，其品質佳且子芋在土中有某種程度的休眠性。此類品種一般屬三倍體，染色體數為42 (3n=42)，適宜旱地之可灌溉地或多雨地區栽培。

有關 *Colocasia* 屬栽培種之染色體數之分析研究，Fukushima等[31]調查103品種中，屬母芋型品種者二倍體有19個及三倍體一個；屬子芋型品種者三倍體有72個；屬母子兼用型品種者三倍體有6個，屬採收葉柄者二倍體有5個(表1)。

2.*Xanthosoma* 屬：

原產中南美洲，葉片呈戟狀(hastate)或箭形狀(sagittate)，甚易與 *Colocasia* 屬葉片的楯形狀相區別，非洲人稱Old cocoyam為 *Colocasia*，New cocoyam則為 *Xanthosoma* 而區分[48]。最近西非洲人新引進 *Xanthosoma* 種取代 *Colocasia* 品種。有些品種之球莖與葉可供食用，但有些僅供觀賞之用。本屬大約有40餘種，其中以 *X. sagitifolium* ，*X. alrovirens* 及 *X. violaceum* 等三種較為重要[46]。 *X. sagitifolium* 為本屬最重要而常見栽培或研究的一種，其重要性僅次於 *Colocasia* 屬，染色體數為26(2n=26)。植株高約2公尺以上，葉柄較短，長約1公尺以上，直立而強壯，葉柄頂端與葉片缺口處相接，葉片近三角箭形狀，佛燄苞白綠色，甚少開花，結子甚少，球莖大，可產生10個以上子芋，對病蟲害抵抗性較強，耐貯藏。 *X. alrovirens* 塊莖呈黃色，波多黎各人頗喜歡吃。 *X. violaceum* 的葉片、葉脈與葉柄均呈紫色，塊莖可供食用價值甚低，但對軟腐病有抵抗力(Posnette 1945)。

表1. 芋不同食用目的之栽培品種與染色體數之關係(Fukushima 1962)
Table 1. Relationship between the characteristics of taro varieties and their chromosome composition

Characteristics of corms and cormels according to use	Number of varieties		Totals
	Diploid	Triploid	
For large main corms	19	1	20
For many small cormels	-	72	72
For both corms and cormels	-	6	6
For petioles	5	-	5
Totals	24	79	103

營養價值及用途

1.營養價值：

芋的營養豐富(表2)，塊莖含大量澱粉、礦物質、維生素(34,54)。夏威夷及菲律賓人將芋煮熟後剝皮搗成糊狀製成半醱酵食品爲"Poi"；馬來西亞人芋煮成糊狀加食鹽或砂糖等，再用椰子油調理食之；印度人以芋與魚、蔬菜摻咖里粉煮食之。台灣人多作副食以切片烘焙、油炸、製粉做麵包、糕餅類或芋仔冰等食品。由於芋的澱粉顆粒小，僅爲馬鈴薯澱粉粒的十分之一(44)，易予胃部的消化吸收，其消化率可達98.8%(40,49)且可爲消化系統不良者之食物；夏威夷人傳統上視芋頭爲虛弱病人的健康食品(26,32)；芋製成粉摻添加物供嬰兒食品，在先進國家市場亦常見(51,52)。芋含高量維他命，長期食用可防牙齒的退化(38,39,43,49)並可減少發生肺炎、下痢、腳氣病及腸炎等病的研究報導(41,49)。葉柄亦含有多量的鈣、磷、鐵、維生素A、維生素C及多種主要胺基酸(12,32,54)，可供作蔬菜之用，爲本省夏季蔬菜短缺時之急需，葉柄還可加工醃漬後食用之。

表 2. 芋之塊莖、幼葉及葉柄營養成份分析表(Gopalan 1977; Tisbe,1967).
Table 2. Nutrient composition of corms, petioles, and tender leaves of Taro (In 100 g edible portions)

	Corms		Leaves		Petioles
	India	Philippines	India	Philippines	Philippines
Edible portion (%)	—	81.0	—	55.0	84.0
Moisture (g)	73.1	77.5	82.7	79.6	93.8
Protein (g)	3.0	2.5	3.9	4.4	0.2
Fat ,g	0.1	0.2	1.5	1.8	0.2
Total carbohydrates (g)	21.1	19.1	6.8	12.2	4.6
Food energy (kcal)	97.0	85.5	56.0	69.0	19.0
Ash (g)	—	0.8	—	2.0	1.2
Ca (mg)	40.0	32.0	227.0	268.0	57.0
P (mg)	140.0	64.0	82.0	78.0	23.0
Fe (mg)	1.7	0.8	10.0	4.3	1.4
Na (mg)	9.0	7.0	—	11.0	5.0
K (mg)	550.0	514.0		1,237.0	367.0
Carotene (IU)	67.0	traces	28,550.0	20,385.0	335.0
Thiamine (mg)	0.09	0.18	0.22	0.10	0.01
Riboflavin (mg)	0.03	0.04	0.26	10.33	0.02
Niacin (mg)	0.4	0.9	1.1	2.0	0.2
Ascorbic acid (mg)	0.0	10.0	12.0	142.0	8.0

2.用途：

(1)加工食品(Processed food)：

新鮮芋頭除可供油炸、烘焙、燉肉、芋丸、餡泥及甜點類等供餐點外，還可加工製芋粉、麵包、糕餅類、芋乾片、飲料粉、嬰兒食品及做罐頭原料等用途；芋的葉柄或芋幼芽可當蔬菜食用外，尤其葉柄尚可作醃漬加工；故芋的用途頗爲廣泛。

(2)動物飼料(Animal feed)

芋生育强健，適應性强，植株高大，可產生大量的植體供作家畜飼養，爲頗具開發的飼料作物之一。因芋的植體內含有草酸鈣(Calcium oxalate)成份，故辛辣味(Acridity)與刺激性强、鮮食或觸及易引起皮養之痛，一般須需經加熱煮熟或醱酵方法將該物質破壞分解除去後，方可供人畜食用。大量的植體如採加熱煮熟的方法餵食家畜時，必須消耗大量能源，而能源日漸短缺之今日，其實用價值亦相對降低。

許多學者認爲芋採用全株青貯法(Silage process)較爲實用而可行之途徑。Moore & Mccullough (1978) 研究指出，製造良好青貯料，芋植株含水分需低於 75% PH4.5 或更低及含3-13%的乳酸，在嫌氣條件下靠乳酸菌(Lactobacili)的作用，產生乳酸(Lactic)及其他有機酸類(Organic acids)，阻止酪酸 (Butyric acid) 的產生，並使之快速醱酵而達到平衡，爲其製作過程的重要條件[41,42]。

美國夏威夷大學曾利用芋青貯與稻草、麥桿及牧草類等以不同比例的配方，進行家畜飼養試驗結果顯示，芋青貯料之實用價值高，如調配適當，並不遜於一般商業用飼料，且可降低飼養成本[20,21,22]。

(3)工業用途(Industrial uses)：

芋的地下莖除可供人類食用、食品加工及家畜飼料等用途外，還可製造澱粉供作工業上多種用途，如酒精燃料、塑膠與樹膠的配料等。有關芋澱粉之物化性質，據Higashihara等指出[37]，芋澱粉顆粒小，直徑1-6.5μ之間，比玉米與小麥15μ小3倍，比馬鈴薯50μ小10倍(表3)，此種特性可增加工業利用上之選擇，例如芋澱粉適合精製高濃度的果糖、塑膠與樹膠的配料等[35,56]。此外，利用芋澱粉製造酒精，依Nathan等研究指出[43,55]，每公噸的芋頭可生產142公升的酒精，此與甘藷或樹薯的產量頗爲接近(表4)。

表 3. 不同作物澱粉之膠化溫度與顆粒大小比較 (Goering and Brelsford 1966; wolf et al 1950)

Table 3. Gelation temperatures of starches

Type	Pasting or Gelation Temperature (℃)	Particle Size micrometers
Wheat	54	15
Cucurbita foetidiss	55	9
Potato	60	50
Rice	64	5
Taro, Akalomamale	64	6
Saponaria vaccaria	60-65	0.5-1.6
Chenopodium quinoa	48-62	1.5-3.0
Taro, *antiquorum*, cv Martin	68	3.5
Taro, Bun-long	71	5

表 4. 不同作物每公噸鮮物及製造酒精量之比較(Nathan 1978; U.S.DE.1977)
Table 4. Estimated alcohol yield per metric ton(Wet weight)of selected crops.

Crop	Alcohol Yield		Cropping Cycle months
	liter/MT	gallon/MT	
Sugarcane	67	17.7	10-22
Sweet sorhgum	76.7	20.2	4
Corn	385	102.0	3.5
Cassava	180	47.4	12
Grain sorghum	389	102.8	3.5
Spring wheat	368	97.2	4
Sweet potato	142	37.5	5
Taro	142	37.5	9~15

生產概況

芋的栽培分佈甚廣，遍及非洲、亞洲、大洋洲、西印度群島及美洲等地，歐洲南部的西班牙及葡萄牙亦有栽培。被視爲重要糧食的國家或地區有加勒比海、夏威夷、所羅門、薩摩亞群島、菲律賓、裴濟(Fiji)、斯里蘭卡、印度、奈及利亞、新海布里地群島(New Hebrides)、多哥、尼日、巴布亞新幾內亞、埃及以及其他等地[27,45,46,50]。

依據世界糧農組織1990年報統計近10年以來全球年種植面積均超過100萬公頃，年總產量在530～580萬公噸(表5)，分佈於全球42個國家，其中以非洲種植面積(佔81%)與總生產量(佔63%)爲最多，次爲亞洲，其他洲較少；平均產量以亞洲最高(11.4公噸／公頃)，最低者爲非洲(4.1公噸／公頃)。又就栽培國家而言，以非洲的奈及利亞、象牙海岸與迦納等種植面積最多，亞洲的中國大陸、菲律賓及日本次之，其他國家則較少；單位面積產量以日本及中國大陸最高(13.8公噸／公頃及13.4公噸／公頃)，最低者爲象牙海岸及菲律賓(1.3公噸／公頃及3.5公噸／公頃)，各地區產量差異懸殊可能栽培技術差異所致(表 6)。

表 5. 全球近年來芋之生產情形(FAO 1990)
Table 5. Recent trends in world production of taro

Year	Planted area (×1000ha)	Tatal production (×1000MT)	Aver. yield (kg／ha)
1979～1981	1,018	5,649	5,550
1987	1,074	5,304	4,940
1988	1,030	5,708	5,542
1989	1,081	5,814	5,379

表 6. 近年來世界各地區或國家之芋平均生產情形(1987～1989)
Table 6. Average production for taro in area and country of the world

Area or Country	Planted area (1000ha)	Index (%)	Total production (1000mt)	Index (%)	Aver. yield (kg／ha)
World	1,062	100.0	5,608	100.0	5,287
Africa	861	81.1	3,516	62.7	4,086
Asia	155	14.6	1,768	31.5	11,416
Oceania	43	4.0	298	5.3	7,009
America	3	0.2	26	0.5	9,252
Deloped All	1,033	97.3	5,209	92.9	5,048
Developing All	29	2.7	399	7.1	13,796
Nigeria	350	33.0	1,610	28.7	4,600
Cote Civoire	210	19.8	267	4.8	1,277
Ghana	181	17.0	994	17.7	5,569
China	90	8.5	1,199	21.4	13,381
Philippines	31	2.9	109	1.9	3,538
Burundi	31	2.9	126	2.5	4,042
Japan	29	2.7	396	7.1	13,758
Papua N.Guin	28	2.6	183	3.3	6,568

SOURCES:FAO Production Yearbook in 1990.

日本爲喜食芋頭的國家，年栽培面積約3萬公頃，總生產量約40萬公噸，昭和初年栽培面積曾達 5萬公頃以上，然近年來由於日本國民對和食漸減少，其種植面積亦漸減。日本栽培生產地除北海道外，自本洲北方的青森縣至琉球等地均有栽培。尤其關東以及南部各州地區生產較多，如千葉、宮崎、櫪木、鹿兒島、岐阜、愛知、靜岡、熊本、琦玉及茨城等地爲主要產區[(5)]。

中國大陸種植面積約9萬公頃，總生產量爲120萬公噸，惟大陸各省均有分佈，但以南部各省居多，其中以四川、江西、廣東及雲南等省最多，華北及東北九省生產較少。芋在台灣除澎湖縣與台中市外，其他縣市均有栽培。近10年來台灣年種植面積維持在 5,500 公頃左右，總生產量約7.6萬公噸以上 (表7)，估計年產值約6～7億元。其中以屏東縣與高雄縣種植面積最多 (3,545公頃)，佔台灣栽培面積之65％[(11)]，爲台灣南部地區重要作物之一(表8)。

表 7. 台灣近年來芋之生產情形
Table 7. Rcent trends in Taiwan production of taro

Year	Plant area (ha)	Total production (mt)	Aver. yield (kg／ha)
1981	4,741	49,457	10,432
1982	5,773	58,419	10,119
1983	5,593	52,500	9,387
1984	5,425	62,405	11,503
1985	5,139	62,029	12,070
1986	5,168	67,071	12,920
1987	5,697	77,155	13,543
1988	5,440	78,577	14,449
1989	5,817	84,709	14,575
1990	5,477	76,361	13,966

*SOURCES：Taiwan Agriculture Yearbook in 1991.

表 8. 台灣芋主要產區及其生產情形
Table 8. Major planted area and its production of taro in Taiwan(1991)

縣　市	Planted area (ha)	Index (%)	Total production (mt)	Index (%)	Aver. yield (kg／ha)
Pingtung	2,921	53.3	41,303	54.1	14,140
Kaohsiung	624	11.4	7,154	9.4	11,477
Taichung	533	9.7	5,841	7.7	10,950
Hwalien	473	8.6	9,286	12.2	19,650
Miaoli	255	4.7	4,523	5.9	17,735
Taitung	152	2.8	1,115	1.5	7,357
Total	5,477	100.0	76,361	100.0	13,966

SOURCES：Taiwan Agriculture Yearbook in 1991.

台灣芋栽培上所遭遇之問題

1.栽培管理方面：

(1)水芋與旱芋栽培之利弊：

台灣往昔芋之生產以旱芋栽培爲主，但近20餘年以來由於工商業發達，農村勞力缺乏，以及栽培技術不斷求進，則以栽培管理容易及產量高而穩定之水芋栽培替代旱芋栽培。旱芋栽培由於受栽培條件之限制，不但易滋生雜草，管理不易且產量偏低，其栽培面積逐年減少，目前僅零星分佈於山坡地或山區。水芋栽培係以成苗揷植於一般水源充足的水田，因生長環境顯較一般旱地爲佳，芋之生育快速，管理容易，省工且產量高；

惟本法因芋長期生長於水中，塊莖品質稍差，不耐貯藏，且一般病害的發生較旱芋栽培爲嚴重，尤其疫病與軟腐病之發生最爲嚴重，疫病尚可以藥劑加以防治，但軟腐病屬細菌性病害 (圖2)，防治較爲困難，且有日益猖獗之趨勢，對芋之產量與品質影響甚大(10)，爲目前芋的生產上急需解決之問題。

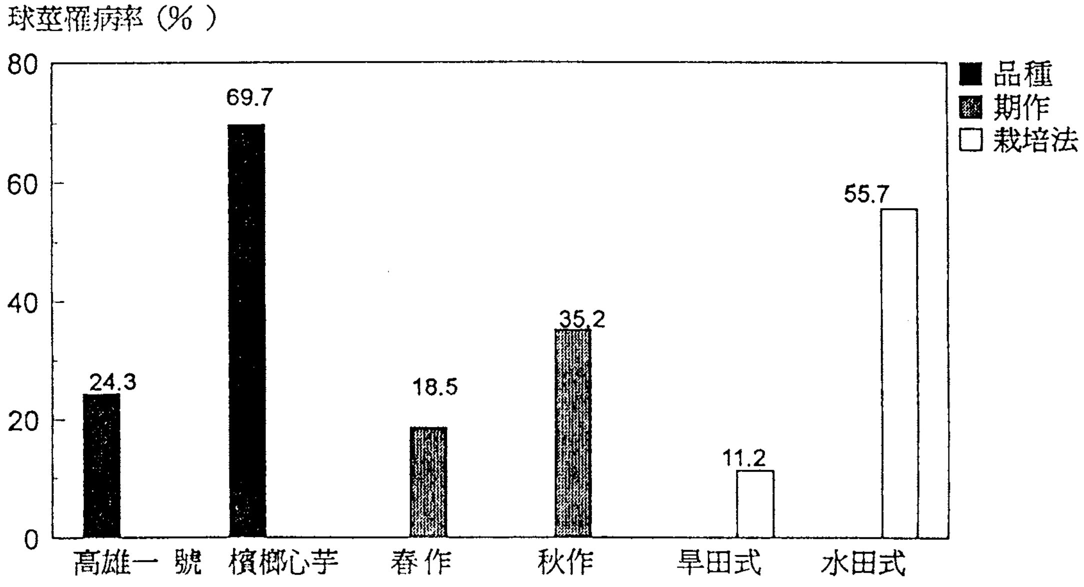


圖 2. 軟腐病罹病情形比較(黃及陳,1992).

Fig 2. Comparison of infested rate of taro caused by soft rot disease under different varieties ,corp seasons and cultural methods.

(2)種苗來源：

台灣目前一般農民採收母芋者以水田種植檳榔心芋品種爲主，農民所採用之種苗多採自本田生長中之子芋，因採苗數量有限在短期內無法充分供應農民栽培之需，且種苗成本偏高，每公頃需新台幣約三～四萬之間。又水芋田中拔取幼苗與母株所造成之傷口更增加被軟腐菌感染之機會，故尋求快速而大量繁殖未受病菌污染之健康種苗技術，亦爲值得加以研究之問題。

(3)肥料之使用與土壤問題：

由於芋適合高溫濕潤氣候，生性强健，對環境及土壤之適應性大且耐肥性甚强。一般農民多以水芋栽培方式及施重肥下進行管理，每公頃氮素用量在1,000～1,500公斤之間，其餘磷、鉀肥亦超量施用，如此過量施肥對芋頭品質及軟腐病、疫病之發生有無關聯均值得深思；又化學肥料長期過量之使用對土壤地力造成的影響程度，水田狀態下肥料之使用效率以及不同肥料種類(包括有機質肥)對塊莖產量與品質之促進效果等均有待加以探明。

(4)採收後處理：

台灣水芋採收後以大小分類裝袋，搬至市場銷售或工廠加工，如此未經貯藏者可保持其新鮮度與品質。芋頭的貯藏期依採收時的季節、氣溫與品種不同有所差異；如春作種植於當年秋冬季採收，此時氣溫與相對濕度均低，可貯藏一星期或更久，其品質尙不致變劣，但在秋作種植於翌年5～7月間採收時，逢高溫多濕的環境之下，如貯放3日內未及時出售，易發生貯藏期間的病害如白絹病，品質變劣或腐爛所造成之損失頗大。由調查結果知，一般粉質品種如紅芋較不耐貯藏，黏質品種如麵芋較耐貯藏，其品種間之貯藏性差異大，此可於品種選育中加以改善。

2.品種方面：

芋品種依栽培所需的環境不同，可分爲旱芋與水芋兩類，依栽培收穫目的不同，有母芋用、子芋用、母子芋兼用及葉柄用等類品種。台灣一般水田多栽培母芋用品種，旱田或山坡地以栽培子芋用品種爲主，母子芋兼用品種則較少栽培。

水芋栽培爲台灣目前種植面積最多的一種栽培方式，且一般農民幾乎均採用「檳榔心芋」品種爲主，其他品種則甚少見。檳榔心芋品種雖具適應性廣與品質佳之優良特性，頗受一般芋農與消費者所喜愛，但由於長期採用單一品種栽培(monoculture)的結果，病蟲害如軟腐病與疫病之發生有日漸嚴重之趨勢，對芋產量與品質影響頗大。本品種對逆境之感應似較敏感，如在水芋栽培管理之下遇乾旱或水源短缺而使土壤中水份不足時，或因產期過於集中市場價格低落而延遲收穫時，以及過量施用化學肥料之下，其母芋品質有變劣的傾向。

旱芋栽培係以採收子芋爲主，屬此類品種一般母芋品質稍差，子芋品質較優，品種特性亦有所差異，目前栽培面積較多之品種有赤芽芋及狗蹄芋，該兩品種之品質雖佳，但其特性均有優缺點，前者分球性稍弱，子芋大小形狀較整齊且子芋易分離，後者則分球性較强，產量低，母子芋分離較難。旱芋栽培之軟腐病發生雖比水芋栽培輕微，但疫病發生亦嚴重。因此，加强選育抗病、品質佳、適水性强而耐逆境之母芋品種以及抗病、質優而適口性佳、分球性强且整齊度高的子芋品種，以增加農民對不同類型品種選擇之機會。

3.主要病害之發生方面：

台灣位處亞熱帶高溫多濕，利於病害之發生，影響芋的產量與品質至距。最常見的病害有軟腐病、疫病及白絹病等。

(1)軟腐病(Soft rot)：病原菌 *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora* (Ecc)棲息於土壤中經由傷口、蝕痕裂口或柔軟組織部份侵入，田間積水狀態下病斑擴展很慢，待後期田區斷水無積水狀態時，病斑便逐次擴展[4,15,23]。重者塊莖、葉柄都有軟腐發出惡臭整株枯死，輕者塊莖局部軟腐變黑褐色，被害塊莖失去商品價值。由田間週年調查發生結果[7,10]，本病全年均發生且以4～8月份發生較嚴重(圖3)，爲目前影響產量與品質之最大病害，究其原因乃長期栽植抗病性弱之檳榔心芋品種，連作之土壤及灌溉水源帶菌等均爲致病主因。目前除採行輪作方式以減輕本病之發生外，未有適當的防治措施。

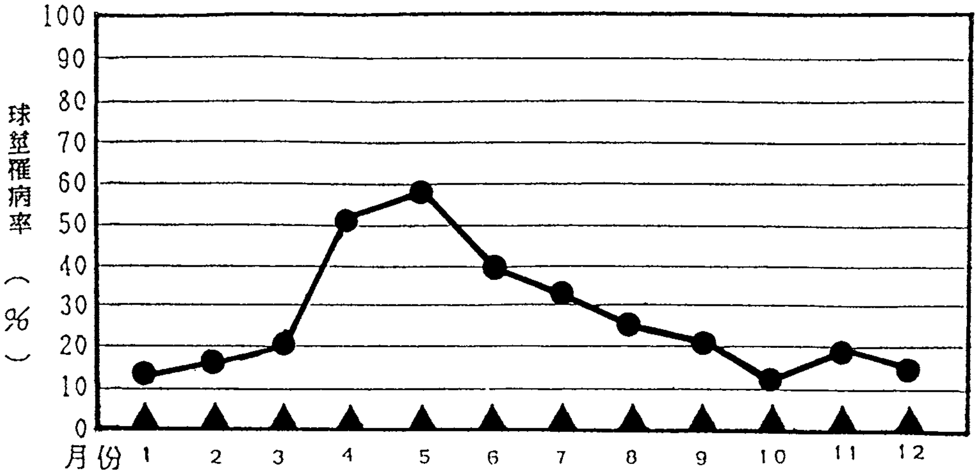


圖 3. 芋軟腐病週年發生消長圖
Fig 3. The monthly change rate of taro caused by soft rot disease.

(2)疫病(Phytophthora blihgt)：本病係由病原菌 *Phytophthora colocasiae* 感染引起，與軟腐病(Soft rot)同爲芋之主要病害，常導致葉面積減少，葉片枯乾而大幅減產。本病原菌於土壤中越冬爲翌年的傳染源，以菌絲及孢子附於葉片或葉柄，使葉片生出黃褐色圓形斑點，逐次擴大而表面出現同心輪紋，病斑部繼之腐敗穿孔呈破傘狀，葉柄被害呈黑褐色病斑而腐爛[4,15,33,53]。由週年發生調查結果，春作芋生育期間2～10月罹病較秋作9～4月嚴重(圖4)，爲春作產量及品質不如秋作可能原因之一[8,13]。目前本省對芋疫病菌生態及防治法的研究資料尙不多，爲農民迫切之需要，選育抗病品種及篩選有效的防治藥劑爲當務之急。

(3)白絹病(*Athelia roifii*)：病原菌 *Sclerotium rolfsii* 棲息於土壤中，田間植株發病很少，由本場調查結果顯示，以5～8月份收穫後貯藏3天之塊莖罹病莖率高達86.6%[7]，球莖表面生白色菌絲，輕者局部軟化黑變腐爛，重者整個塊莖都被感染而腐爛，影響商品價值甚巨，應避免這段時間貯藏。故選育抗病品種亦爲今後育種目標之一。

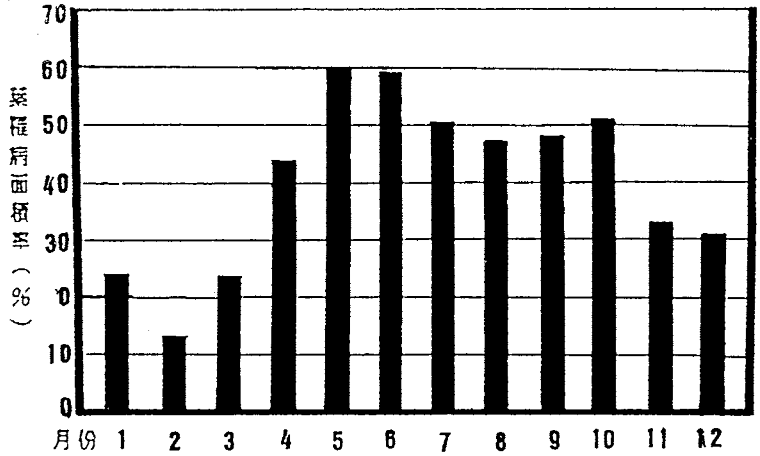


圖 4. 芋疫病葉病斑面積率之消長圖.
Fig 4. The monthly change rate of taro leaf disease spots area caused by *Phytophthora colocasiae.*

品種改良

1.芋種原搜集與利用：

(1)種原之採集地與分布：

自民國72年起高雄區農業改良場旗南分場逐年搜集之種原，至民國80年止共有83個，其中 *Colocasia* 屬有72個，*Xanthosoma* 屬有11個。在 *Colocasia* 屬72個中，除8個自日本、美國、暹邏及大陸等地引入外，其餘64個均陸續採集自台灣各地。在 *Xanthosoma* 屬11個中，除1個自烏拉圭引進外，其餘10個亦搜集於台灣旱地。由採集地調查結果知，存在台灣各地之種原，多分布於南部及東部地區(圖5)，約佔總搜集種原之70%，尤其屏東與高雄兩縣佔53%爲最多(表9)，且發現具不同性狀之系統多混栽於旱地或山地，平地水旱田所採集者較少。又所採集〝檳榔心〞系統(散生維管束)，約26餘個系統中，其地上部葉柄，葉片及塊莖等園藝性狀亦有頗大之變異。此可能芋經長時間在不同環境下之栽培壓(cultural press)所產生生態型之分化所致[17]。存在於台灣各地之芋品種或系統數相當多，除繼續收集本省存在之種原外，並擴大向國外引進，以充實國內芋種原工作，仍有待加强。

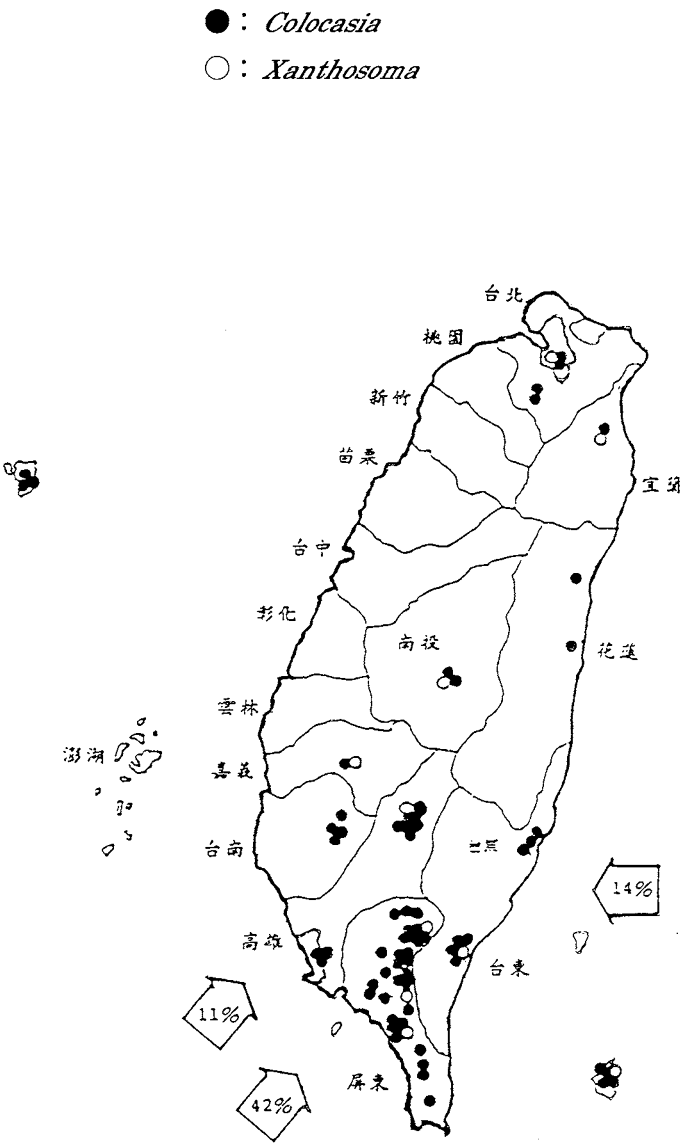


圖 5. 台灣芋種原搜集分布.

Fig 5. The distribution map and its collected site of taro stocks in Taiwan.

表 9. 台灣芋種原搜集之系統代號與採集地
Table 9. The collcetion sites and No. of accession of *Colocasia esculnta* in Taiwan

Collection site	Acc,No	No.of accession	Index (%)
Pintung	* Kcc-005,Kcc-010,Kcc-011, Kcc-012,Kcc-014,Kcc-015 Kcc-017,Kcc-019,Kcc-020, Kcc-025,Kcc-032,Kcc-033, Kcc-035,Kcc-037,Kcc-038, Kcc-040,Kcc-043,Kcc-044, Kcc-049,Kcc-050,Kcc-051 Kcc-052,Kcc-053,Kcc-054, Kcc-056,Kcc-057,Kcc-061, Kcc-066,Kcc-071. **(Kcx-002,Kcx-009,Kcx-011.)	30 (3)	41.7
Kaohsiung	Kcc-001,Kcc-003,Kcc-023, Kcc-013,Kcc-023,Kcc-029 Kcc-046,Kcc-055. (Kcx-006)	8 (1)	11.0
Taitung	Kcc-006,Kcc-007,Kcc-008, Kcc-009,Kcc-024,Kcc-034. Kcc-047,Kcc-063,Kcc-064, Kcc-065. (Kcx-002,Kcx-004)	10 (2)	13.9
Tainan	Kcc-021,Kcc-039,Kcc-041 Kcc-058.	4	5.6
Chiayi	Kcc-045. (Kcx-007)	1 (1)	1.4
Nantou	Kcc-027. (Kcx-004)	1 (1)	1.4
Taipei	Kcc-004,Kcc-016,Kcc-036, Kcc-042. (Kcx-008)	4 (1)	5.6
Yilan	Kcc-059. (Kcx-008)	1 (1)	1.4
Hwalien	Kcc-030,Kcc-077.	2	2.8
Kinman	Kcc-026,Kcc-031,Kcc-048.	3	4.2
Others	Kcc-022,Kcc-028,Kcc-060, Kcc-062,Kcc-067,Kcc-068, Kcc-069,Kcc-070. (Kcx-001)	8 (1)	11.0
Total		72 (11)	100

* Kcc : *Colocasia*
** Kcx : *Xanthosoma*

(2)優良性狀芋種原之篩選：

搜集自台灣北、中、南、東部、外島及國外等地區之芋種原共計72個系統，於1992年種植於高雄區農改場旗南分場，並於1993年調查主要園藝性狀，所獲結果(表10)知，供試72個系統中，對軟腐病抵抗性呈極抗級(HR)者有14個系統，對疫病抵抗性呈中抗級(MR)以上者7個系統；平均單株球莖產量表現高產者有11個系統；平均母芋重達500克以上者有6個系統，分球性強之子芋品種有9個系統；又塊莖品質方面，食味品質優良者共28個系統，其中母芋比子芋優者9個，子芋比母芋優者有5個，母子芋均優者有14個。上述初步所篩選出具不同優良性狀之系統，尚有待進一步試驗觀察，並加以利用。

表 10. 初步篩選出具優良性狀之芋種原(1992)
Table 10. Promising entries for some improtant traits of taro

Traits		Acc.No.	Number of Accessions
Resistant to soft rot*		Kcc-002,Kcc-004,Kcc-005,Kcc-012, Kcc-013,Kcc-015,Kcc-027,Kcc-028, Kcc-048,Kcc-053,Kcc-054,Kcc-062, Kcc-063,Kcc-066,	14
Resistant to phytophthora blight*		Kcc-007,Kcc-049,Kcc-050,Kcc-053, Kcc-054,Kcc-055,Kcc-057.	7
High-yielding		Kcc-018,Kcc-019,Kcc-021,Kcc-024, Kcc-053,Kcc-054,Kcc-062,Kcc-063, Kcc-065,Kcc-066,Kcc-068.	11
Large main corm		Kcc-044,Kcc-053,Kcc-054,Kcc-062, Kcc-063,Kcc-068.	6
Many small cormels		Kcc-034,Kcc-037,Kcc-045,Kcc-049, Kcc-051,Kcc-052,Kcc-057,Kcc-062, Kcc-066.	9
Good eating quality	Corms	Kcc-013,Kcc-021,Kcc-024,Kcc-030, Kcc-043,Kcc-045,Kcc-047,Kcc-048, Kcc-055.	28
	Cormels	Kcc-017,Kcc-018,Kcc-031,Kcc-038, Kcc-058.	
	Corm & Cormels	Kcc-015,Kcc-019,Kcc-025,Kcc-028, Kcc-029,Kcc-032,Kcc-033,Kcc-042, Kcc-044,Kcc-046,Kcc-067,Kcc-069, Kcc-070,Kcc-071.	

*Based on the observation under natural epiphytotic condition.

2.品種選育目標：

台灣芋之栽培所採用之品種約可分成兩類，一爲以採收母芋爲目的之水芋類品種，另一爲以採收子芋爲目的之旱芋類品種。由於其適應的環境不同，其選種目標亦有所差異。優良作物之育種除尋求合乎改良目標性狀外，尙須兼顧諸如產量與品質等優良重要性狀的結合，其所育成之品種始能被栽培者及消費者所接受[5]。基此，旗南分場針對目前台灣芋栽培上所遭遇的問題而訂定之選育目標分述如下：

(1)水芋類品種：

①以採收母芋爲主且適宜水田栽培者，分球性弱本，平均母芋重400公克以上者。

②對軟腐病與葉疫病具有抵抗性者。

③產量與品質≧檳榔心芋品種。

④草酸鈣含量低者。

⑤耐貯藏性＞檳榔心芋。

(2)旱芋類品種：

①以採收子芋與孫芋爲主且適宜旱地栽培者，分球性強，塊形大小整齊與母子芋易分離者。

②對葉疫病與軟腐病具抵抗性者。

③豐產、質優而風味佳。

④草酸鈣含量低者。

⑤耐長期貯藏且貯藏期間不易萌芽者。

3.新品種高雄一號之育成：

(1)育成經過：

芋品種高雄一號係民國72年在屏東縣高樹鄉水芋田間以生長勢强、葉色濃綠、分蘗數少、母芋大及無感病等優異性狀所選出之單株並繁殖成營養系。於民國73年秋作進行品系比較試驗(共21個品系)、民國74年秋作至民國77年秋作進行品種比較試驗(8個品系)、區域試驗(4個品系)、軟腐病抗性檢定，品質檢定及新品系栽培法試驗等(表11)。於民國78年5月5日經農林廳召集之審查小組審查通過，准予命名推廣。

(2)園藝性狀：

高雄一號植株生育强健、葉色濃綠、尤在寒冬季最明顯，葉脈及葉片中央部呈紫黑色、葉柄粗大上端呈紫紅色。由品種比較試驗結果(表12)，本品種春作平均株高爲107公分，秋作爲124公分，比對照品種檳榔心芋分別高出6公分及10公分(圖6)；平均分蘗(子芋數)爲4.2支比檳榔心芋5.6支減少1.4支。目前一般水田式栽培均以採收母芋爲主，在生育期間須進行3～4次摘除子芋工作，故本品種減少約1次以上之田間去除子芋作業，可節省勞力成本。本品種根群發達，母芋大，塊莖平均重量春作532公克，秋作598公克比檳榔心芋大38～46公克之間，目前消費市場每個塊莖重300公克以上者其商品價值高約15％以上，使本品種之塊莖性狀更能符合栽培者及消費者之需求(圖6)。

表 11. 芋品種高雄一號之選育經過
Table 11. The pedigree of Kaohsiung 1

Season	Activity
1983 Autumn Crop – 1984 Spring Crop	● Germplasm collection, plantlets propagation and screening of horticultural traits.
1984 Autumn Crop – 1985 Spring Crop	● Preliminary yield trials, field screening for soft rot disease resistance and plantlets propagation.
1985 Autumn Crop – 1986 Spring Crop	● Advanced yield trials and field screening for soft rot disease resistance.
1986 Autumn Crop – 1987 Spring Crop	● Regional yield trials and field screening for soft rot disease resistance.
1987 Autumn Crop – 1988 Spring Crop	● Screening for soft rot resistance in inoculum, composition analysis, quality panel test and cultural practices studies for new strains.
1988 Autumn Crop – 1989 Spring Crop	● The Kaohsiung sel.yu 2 was registered as Kaohsiung 1.

圖 6. 芋品種高雄一號與檳榔心芋之植株及塊莖型態比較.
Fig 6. The plant type and main corms of taro varieties, Kaohsiung 1. and Betlnut.

表 12. 芋品種高雄一號園藝特性調查平均值(1984~1985)
Table 12. Major horticultural characteristics of Kaohsiung 1

Variety	Crop seasen	Plant height (cm)	Weight of main corm (g)	Length of main corm (cm)	Width of main corm (cm)	No.of corms per plant
Kaohsiung 1.	Spring	107	532	15.7	7.0	4.2
	Autumn	124	598	16.8	7.8	4.o
Betelnut (ck)	Spring	101	494	13.9	6.6	5.9
	Autumn	114	552	16.2	6.9	5.6

(3)塊莖產量：

民國74年秋作及75年春作進行品種比較試驗結果(表13)，平均公頃產量秋作爲23.5公噸，春作爲20.9公噸，比對照品種分別增產9.3%及7.6%。

於民國75年秋作至77年春作，兩年四期作三處進行區域試驗結果 (表14)，高雄一號平均公頃產量春作20.2公噸，比對照品種檳榔心芋增產10.4%，秋作高雄一號平均產量24.6公噸，比對照品種增產12.6%。故高雄一號參加歷年各級產量比較試驗結果可知，其產量表現均比對照品種檳榔心芋爲豐產。Finlay and Wilkison[30]及Ebethart and Russell[29]之迴歸分析結果估算各參試品種在區域試驗三個試區下之穩定性介量示如圖7，由圖7得知，高雄一號秋作及春作各別分析結果b值均接近於1，其他品系則較爲偏離，此顯示該品種具有生物學上接近平均的穩定性，且產量均比其他供試品系(種)爲高。

表 13. 芋品種高雄一號品種比較試驗之平均產量
Table 13. Main corm yield of Kaohsiung 1 in advance yield trials

Variety	Autumn crop 1985		Spring crop 1986	
	Yield(t/ha)	Index(%)	Yield(t/ha)	Index(%)
Kaohsiung 1	23.53a*	109.3	20.86a	107.6
Betelnut (ck)	21.52b	100.0	19.38b	100.0

*Mean with the same letters are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple test.

表 14. 芋品種高雄一號區域試驗之平均產量(1986~1987)
Table 14. Main corm yield of Kaohsiung 1 in rigional yield trials

Variety	Spring crop*		Autumn crop	
	Yield(t/ha)	Index(%)	Yield(t/ha)	Index(%)
Kaohsiung 1	20.21a**	110.4	24.64a	112.6
Betelnut (ck)	18.20b	100.0	21.89b	100.0

*Average of two years.
**Same as the table 13.

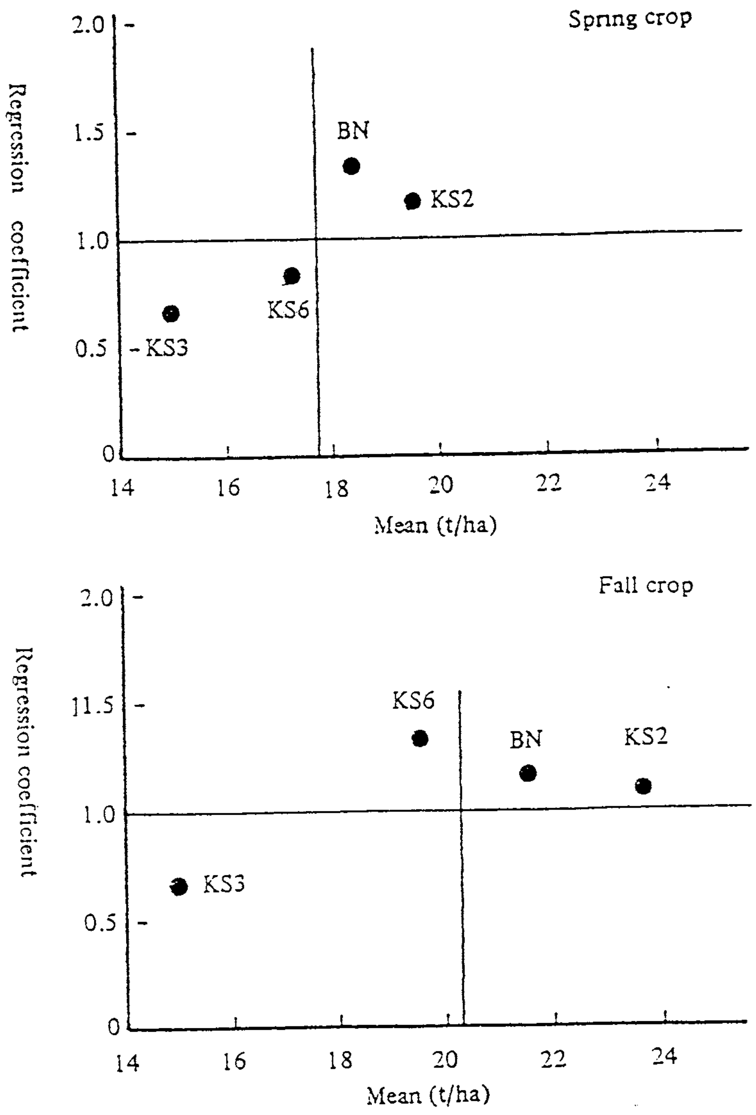


圖 7. 芋品種高雄一號產量穩定性分析

Fig. 7. The releationship of regression coefficient with main corms yield for taro Kaohsiung 1 in regional trials.

KS2: Kaohsiung sel .yu 2(Kaohsiung 1).

KS3: Kaohsiung sel .yu 3

KS6: Kaohsiung sel .yu 6

BN: Betelnut (ck).

(4)主要病害抵抗性檢定：

①軟腐病(Soft rot)

a.田間抵抗性檢定：

高雄一號對軟腐病之抵抗性，在品系試驗與產量比較試驗檢定結果(表15)高雄一號春作爲抗級，秋作爲抗～中抗級，對照品種檳榔心芋春作爲中抗級，秋作爲中感～感級。又由區域試驗在高樹、六龜、旗南等三處進行檢定結果(表16)，高雄一號春作爲極抗～抗級，秋作爲抗～中抗級，對照品種檳榔心芋春作爲抗～中抗級，秋作爲感～極感級。由上述經歷年試驗結果均極爲接近，即高雄一號對軟腐病抵抗比檳榔心芋爲强，尤在秋作表現最爲凸顯。

b.室內人工接種檢定：

於民國77年秋作在田間採集的軟腐病株，委請中興大學植病系分離芋軟腐病菌，經分離結果爲 *Euwinia carotovora* subsp. *carotovora* (Ecc)病原菌所起[9]。又該菌種以10^6cfu/ml的細菌懸浮液分別接種於塊莖上，置於Mist chamber內6天，調查對軟腐病之抗性反應，其結果高雄一號之軟腐程度比對照品種檳榔心芋爲輕(表17)。

②疫病(Phytophthora blight)

高雄一號及檳榔心芋在品種比較試驗與區域試驗中調查結果(表18)，對葉疫病均無抵抗性。即春作均爲感級，秋作則爲中感級，故該兩品種於發病盛期須加以藥劑防治。

表 15. 芋品種高雄一號品系與品種比較試驗軟腐病抵抗性之田間檢定結果
Table 15. Screening for soft rot resistant in preliminary and advance yield trials of Kaohsiung 1

Variety	Priliminary trail*		Advance trial*			
	Autumn crop		Spring crop		Autumn crop	
	Degree**	Reaction**	Degree	Reaction	Degree	Reaction
Kaohsiung 1	(2)	R	(2)	R	(3)	MR
Betelnut (ck)	(5)	S	(3)	MR	(4)	MS

*Preliminary trail:Autumn crop in 1984.
Advance trail:from autumn crop 1985 to spring crop 1986.
**(1)Highly resistance (HR):No infection.
(2)Resistance (R):1-5% infection of total main corm.
(3)Medium resestance (MR):6-25% infection of total main crom.
(4)Medium susceptible (MS):26-50% infection of total main crom.
(5)Susceptible (S):51-75% infection of total main corm.
(6)Highly susceptible (HS):76-100% infection of total main corm.

表 16. 芋品種高雄一號區域試驗軟腐病抵抗性之田間檢定結果
Table 16. Screening for soft rot resistant in regional yield trials of Kaohsiung 1

Variety	Spring crop 1987						Spring crop 1988					
	Kao-shu		Liu-kui		Chi-nan		Kao-shu		Liu-kui		Chi-nan	
	Deg.*	Rea*.	Deg.	Rea.	Deg.	Rea.	Deg.	Rea.	Deg.	Rea.	Deg.	Rea.
Kaohsiung 1	(1)**	HR	(2)	R	(2)	R	(3)	MR	(2)	R	(3)	MR
Betelnut (ck)	(2)	R	(3)	MR	(3)	MR	(5)	S	(5)	S	(6)	HS

*Deg=Degree. Rea.=Reaction.
**Scale as same as the preliminary and advance yield trials.

表 17. 芋品種高雄一號室內人工接種對軟腐病抵性反應(1988)
Table 17. Testing for soft rot resistance in inoculum of Kaohsiung 1

Concentration of inoculum	Variety	Average weight of tissue macerated(g)
10^6	Kaohsiung 1	1.20
	Betelnut(ck)	2.28

表 18. 芋高雄一號於品種與區域試驗之疫病抗性調查
Table 18. Investigation for Phytophthora blight resistance in advance and regional yield trials of Kaohsiung 1

Variety	Advance trial[1]				Regional trial[1]			
	Spring crop		Autumn crop		Spring crop		Autumn crop	
	Degree[2]	Reaction[2]	Degree[2]	Reac-tion	Degree[2]	Reac-tion	Degree[2]	Reac-tion
Kaohsiung 1.	(5)	S	(4)	MS	(5)	S	(4)	MS
Betelnut(ck)	(5)	S	(4)	MS	(5)	S	(4)	MS

1.Advance trial:from autumn crop 1985 to spring crop 1986.
Regional trial:from autumn crop 1986 to spring crop 1988.
2.(1) Highly resistance (HR):blihgt cover leaf area,0-2.25%.
(2) Resestance (R) :blihgt cover leaf area,2.26-7.5%.
(3) Medium resistance (MR):blihgt cover leaf area,7.6-15%.
(4) Medium suceptible (MS):blihgt cover leaf area,15.1-30%.
(5) Susceptible (S) :blihgt cover leaf area,30.1-60%.
(6) Highly suceptible (HS)::blihgt cover leaf area above 60%.

(5)品質檢定與成份分析：

①塊莖食味品評：

民國77年春作由區域試驗採收之材料，供試四個品系(種)之塊莖食味品嚐結果(表19)，各評分項目對品種間均無差異，即高雄一號食味品質與對照品種檳榔心芋頗爲相近。

②塊莖成份分析：

民國77年春作由水田栽培所採收之母莖，委託台中區農業改良場進行成份分析結果(表20)，高雄一號之澱粉含量比檳榔心芋爲高且達顯著差異，但粗蛋白、粗脂肪與直鏈性含量並無顯著差異。

表 19. 芋品種高雄一號塊莖食味品評結果(1988)
Table 19. Comparison of palatability evaluation of steamed corm of Kaohsiung 1*

Variety	Aroma	Foavor	Texture	Total
Kaohsiung 1.	6.92	7.33	7.00	7.33
Kaohsiung sel.yu 3.	6.67	6.58	6.92	7.00
Kaohsiung sel.yu 6.	6.50	6.42	6.83	6.91
Betelnut(ck)	6.83	7.00	7.08	7.08

*Hedonic 9-point system was used, 1-2: dislike very much, 3-4: dislike, 5: boarder line(acceptable).6-7: like, 8-9: like very much.

表 20. 芋品種高雄一號塊莖成份分析結果(1988)
Table 20. Analysis of corm components of Kaohsiung 1 (dry basis)

Variety	Curde protein (%)	Curde fat (%)	Starch (%)	Amylose content (%)
Kaohsiung 1	5.62[a]*	1.7[a]	82.06[a]	15.08[a]
Betelnut(ck)	5.47[a]	1.6[a]	78.79[b]	15.85[a]

*Same as the table 13.

4.新品種與不同栽培管理法：

爲明瞭新育成品種高雄一號在不同栽培管理下對產量、品質及病害發生之影響，於1987年秋作在旗南分場進行試驗，由試驗結果顯示，塊莖產量以水田式表現最高，高雄一號及檳榔心芋公頃產量分別爲28,750公斤及24,620公斤，次爲半旱式(比水田式減產6.8～13%)，再次爲旱式覆蓋塑膠布(減產21～26.6%)，最低者爲旱式不覆蓋(減產36.1～38.4%)。

主要病蟲害罹病率調查結果(表22)可知，不同栽培法與品種間之軟腐病罹病率有差異

。就不同栽培法比較而言，以水田栽培管理法之軟腐病最嚴重，其罹病率爲檳榔心芋77.4% 及高雄一號34.0%；次爲半旱式管理法檳榔心芋爲61.9%與高雄一號爲14.5%，其他旱田式及覆蓋處理均較輕微(圖8)。由此可明瞭高雄一號不論在何種栽培管理之下，對塊莖軟腐病之抵抗性均比檳榔心芋爲強(圖9)。葉疫病罹病率比較，除水田式稍重外，其餘栽培法處理及品種間差異不大。又不同栽培法間球莖食味品質測定結果(表23)亦可知，水田式管理法在評分項目中表現稍遜外，其餘栽培法包括旱田式、旱式覆蓋塑膠布及半旱式等處理均無顯著差異，且表現較佳。

由上述試驗結果可明瞭，高雄一號均適宜旱田式及水田式栽培管理。半旱式栽培法可兼取旱田式與水田式之優點，有值得開發推廣栽培之希望。

表 21. 不同栽培管理下對高雄一號產量及園藝性狀之影響(1987)
Table 21. Effcet of different cultural methods on the yield and horticultural characteristics of Kaohsiung 1 in autumn season crop.

Variety	Cultural method	Plant height (cm)	Weight of main corm (g)	Fresh weight of leaves and petioles (g)	Corm yield (t/ha)	Index (%)
Kaohsiung 1.	Upland without mulching	80.8^{c*}	505^{d}	369^{b}	18.36^{d}	63.9
	Upland mulching plastic	91.4	622^{c}	350^{b}	23.70^{c}	82.3
	Semi-upland	91.5^{b}	755^{b}	369^{b}	26.79^{b}	93.2
	Paddy	103.3^{a}	838^{a}	411^{a}	28.75^{a}	100.0
Betelnut (ck)	Upland without mulching	78.8^{c}	315^{c}	212^{b}	15.17^{c}	61.6
	Upland mulching plastic	89.8	504^{b}	239^{b}	18.12^{c}	73.6
	Semi-upland	90.4^{b}	569^{a}	287^{a}	21.41^{b}	87.0
	Paddy	96.2^{a}	580^{a}	297^{a}	24.62^{a}	100.0

*Same as the table 13.

表 22. 高雄一號芋不同栽培管理法之主要病害罹病率比較(1987)
Table 22. Comparison of diseases infection rates under different cultural practices of Kaohsiung 1.in autumn season

Variety	Cultural method	Soft rot (%)	Phytopyhora blight (%)
Kaohsiung 1.	Upland without mulching	12.0	29.9
	Upland mulching plastic	12.8	34.6
	Semi-upland	14.5	43.5
	Paddy	34.0	45.2
Betelnut (ck)	Upland without mulching	10.4	33.6
	Upland mulching plastic	14.2	25.2
	Semi-upland	61.9	38.7
	Paddy	77.4	48.8

表 23. 高雄一號芋不同栽培管理法之塊莖食味品評比較(1987)
Table 23. Comparison of palatability evaluation of steamed corm with harvested from different cultural practices of Kaohsiung 1 in autumn season*

Cultural treatment	Aroma	Flavor	Texture	Total
Upland without mulching	7.00[a]	6.72[a]	6.84[a]	6.81[a]
Upland mulching plastic	6.86[a]	6.81[a]	7.06[a]	6.97[a]
Semi-upland	6.58[ab]	7.06[a]	7.33[a]	6.87[a]
Paddy	6.33[b]	6.69[b]	7.03[a]	6.48[b]

*Scores and means as same as the table 19.

圖 8. 不同栽培管理下對芋高雄一號(高選育2號)之軟腐病罹病比較
Fig 8. Comparison of infested rates of soft rot disease under different cultural practics of taro variety, Kaohsiung 1.

圖 9. 水田式及半旱式栽培管理下對芋高雄一號之軟腐病罹病比較
Fig 9. Comparison of infested rates of soft rot disease under paddy and semi-upland cultural methods of taro variety, Kaohsiung 1.

結　　論

爲滿足人類日漸增加之糧食需求，過去20年來世人對主要豆、穀類作物如大豆、玉米與水稻等不斷地改良研究，所投下之人物力甚爲可觀，已使世界糧食增產有顯著的成效；但在豆、穀類作物顯著增產的同時，並未帶動根莖類作物產量之提升，顯然此類作物之改良研究，普遍爲世人所忽視。由於芋之營養價值高，且用途廣泛，今後爲滿足地球上人口不斷增加而帶來之糧食壓力，加强芋品種與栽培技術及其利用性之研究，勢必日漸被世人所重視。

台灣芋之栽培歷史雖久，但過去一般人對芋之利用僅限於少數傳統加工與副食爲主，其需要量並不大。然而，近年來國人生活水準已普遍提高，對於品質的要求與種類多樣化之選擇日益殷切，尤其食品加工業發達之今日，根莖類作物如芋頭之開發利用是深具發展潛力的一種作物。又因芋在過去未受到各試驗場所的重視，目前在品種與栽培上有待解決之問題尙多，尤其水芋品質之提升與主要病害如軟腐病與疫病之防治技術等最爲迫切，因此，對芋品種改良與栽培技術之改善，今後有待加强研究。

塊莖軟腐病(soft rot)屬細菌性病害，與溫暖氣候及土壤濕度有密切的關係，低濕地、需氮肥多或含水量多的作物較易發病[7]。台灣以秋植水芋之栽培管理之發生最爲普遍，經常使芋農蒙受嚴重之損失。目前一般農民以栽植感病品種檳榔心芋爲主，除採行輪作方式以減輕本病發生外，尙無有效藥劑可供防治，故栽培抗病品種實爲最經濟而有效之防治方法。旗南分場歷經五年經長期抗病篩選與檢定結果，已成功的育成高雄一號新品種，對軟腐病之抵抗性較檳榔心芋爲强，將來推廣後預期可減輕本病發生外，並對芋頭產量與品質之提升有相輔相成的效果，從而可增加芋農之收益；惟對疫病不具抵抗性田間發病時須加以藥劑防治。高雄一號之塊莖產量表現，由於平均母芋重量比檳榔心芋重38～44公克之間，其平均公頃產量春作比檳榔心芋增產7.6～10.4%，秋作亦增產9.3～12.6%，顯示本品種具有豐產之特性。高雄一號質地稍粘，檳榔心芋較鬆，但其食用品質頗爲接近。高雄一號之分球性較弱，平均每株子芋數爲3.7支，比檳榔心芋之4.4支減少16%；新品種在生育期中可節省摘除子芋的人工成本，但種苗之供應較爲困難。利用組織培養法或走莖休眠芽可以快速而大量的繁殖種苗，應可解決芋苗供應上的困難。

優良品種配合適當的栽培管理，使作物在最適宜的環境下生長爲確保品質的重要條件之一。芋在水、旱田栽培管理之下各有其利弊，然經本場試驗結果顯示，採用半旱式栽培管理，不僅可節省水源及控制初期雜草之發生，且可減輕軟腐病之發生並提升球莖品質，故半旱式栽培法可兼取旱田式與水田式之優點，有進一步研究與推廣之價值。

就多年生營養繁殖作物之育種而言，可同時行有性繁殖採實生法或輪迴選種以進行育種工作，若僅爲無性繁殖則需採行誘變或自各地區收集之地方品種、系統或生態型以充實基因庫 (gene pool) 內之變異以增加族群之遺傳歧異性(genetic diversity)，從其中再行評價、選拔或選種[14]。芋爲營養繁殖作物且大部份之系統不開花[3]，而開花系統雖然花粉稔性正常，惟大多數不結種子[16,17]；又變異只在無性繁殖中發生芽變時才產生[6]，其發生機會微

乎其微。基此，利用芋細胞融合或體細胞雜交，導入有利基因於栽培種內，亦值得加以嘗試。

參考文獻

1. 外銷園藝作物生產改進計劃, 1979. 芋的水生栽培。豐年29(22)：28~29。
2. 汪呈因, 1966. 食用作物學。國立編譯館出版, p. 498~507。
3. 郁宗雄, 1980. 芋。臺灣農家要覽(上), 豐年社, 台 北, pp. 893~895。
4. 周廷光, 1966. 蔬菜主要病害。淑馨出版社, 台中。
5. 星川清觀, 1980. 新編食用作物。養生堂、東京, p. 617~625。
6. 陳培昌。芋。豐年書叢。莖菜栽培781：p. 166~173
7. 陳東鐘, 黃賢喜, 1989. 水芋病蟲防治。農藥世界75：522~53。
8. 陳東鐘, 戴順發, 黃賢喜, 1993. 芋疫病發生調查與防治之研究。 高雄區農業改良場研究彙報, 4(2)：刊印中。
9. 黃賢喜, 陳東鐘, 韓青梅, 1989. 芋品種種「高雄一號」之育成。 高雄區農業改良場研究彙報, 2(2)：52~71。
10. 黃賢喜, 1992. 芋。高雄區農業改良場編印, pp. 1~61。
11. 臺灣農業年報, 1981~1990. 臺灣省政府農林廳。
12. 劉政道, 1980. 芋頭栽培農民淺說。臺灣省農林廳編印p. 1~24。
13. 劉政道, 1984. 水芋種植密度對產量之影響。中華農業研究, 33(1)：38~43。
14. 戴順發, 黃賢喜, 1990。芋 *Colocasia esculenta* 種內變異之研究。1.營養繁殖方式及園藝特性之變異。高雄區農業改良場研究彙報3(2)：45~59。
15. 羅宗爵, 1981. 作物病理學p. 314~315。
16. 日本科學協會, 1981. タロイモの食糧化研究。 生物委託研究中間報告書, p. 1~14。
17. 日本科學協會, 1981. タロイモの食糧化研究。生物委託研究報告書p. 1~22。
18. Banerji, I., 1934. Sterility of the female gametophyte of *Colocasia antiquorum.* Curr.Sci. 2：432.
19. Banerji, I., 1937. Sterility in *Colocasia antiquorum,* Schott. J. Indian Bot. Soc. 16：159~164.
20. Carpenter, J. R., W. E. Steinke and L. B. Bruce, 1981. Taro silage: its potential as an animal feed in the tropics, Amer. Soc. Anim. Sci. 53, Suppl. No. 1, p. 292 (abst.).
21. Carpenter, J. R., W. E. Steinke and J. K. Wang, 1981a. Assessment of nutritive value of taro silage (*Colocasia esculenta* L. [Schott] Amer. Soc. Anim. Sci. 53, No. 1, p. 487 (abst.).

22. Carpenter, J. R., W. E. Steinke and J. K. Wang, 1981b. Assessment of nutritive value of taro silage (*Colocasia esculenta* L. [Schott] Proc. West. Soc. Amer. Soc. Anim. Sci. 32, p.175.

23. Cerighelli R., 1955. Cultures Tropicales I. Plantes Vivrieres P. 417~421. Paris.

24. Chang, T. K., 1958. Dispersal of taro in Asia. Ann. Asso. Amer. Geog. 48 : 255~256.

25. Coursey, D. G. and P. H. Haynes, 1970. Root crops and their potential as food in the tropics. World Crops. 22 : 261~265.

26. Derstine, V. and E. L. Rada, 1952. Some dietetic factors influencing the market for poi in Hawaii Univ. Hawaii Agr. Econ. Bull. 3.

27. De la Pena R. S., 1970. The edible aroids in the Asian-Pacific area. Proc. 2nd Int. Symp. on Trop. Root and Tuber Crops (1970), vol. 1 : 136~140.

28. Donald L. plucknett, 1983. Taxonomy of the Genus *Colocasia* in "Taro" (Edited by J. K. Wang). Univ of Hawaii Press p. 14~19.

29. Eberhart, S. A. and W. A. Russell, 1966. Stability parameters for Comparing variities. Crop Sci. 6 : 36~40.

30. Finaly, K. S. and G. V. Wilkinson, 1963. The analysis of adaptation in a plant breeing prahramme. Aust. S. Agri. Res. 14 : 742~754.

31. Fukushima, E., S. Iwasa, S. Tokumasu, and M. Iwamasa, 1962. Chromo some numbers of the taro varieties cultivated in Japan. Chromosome Information Service no. 3, pp. 38~39. Fac. Ahr, Kyushu Univ, Fukuoka, Japan.

32. Glaser, J., and R. A. Lawrence, A. Harrison and M. R. Ball, 1967. Poi, its use as a food for normal, allergic and potentially allergic infants. Univ. Hawaii Coop. Ext. Ser. Misc. Publ. 36 : 39~75.

33. Gollifer, D. G., 1970. Preliminary observations of the performance of cultivars of taro in the british solomon islands with noted on the incidence of taro leaf blight and other diseases. Tropical root and tuber crops tomorrow. II : 53~55.

34. Gopalan, C., B. V. Rama Sastri and S. C. Balasubramanian, 1977. Nutritive value of Indian foods. National Inst. of Nutrition, Indian Coun. Med. Res, Hyderabad, India.

35. Goering, k. j. and D. L. Brelsfoud, 1966. New starches. I. The unusual properties of starch from Saponaria vaccaria. Cereal Chem. 43 : 127~136.

36. Hill, A. F., 1939. Nomenclature of taro and its varieties. Bot. Mus. Leaflet,

Harvard Univ. 7 : 113~118.

37. Higashihara, M., M. Umeki and T. Yamamoto, 1975. Isolation and some properties of taro root starch. Denpun Kagaku J. Japan Soc. Starch Sci. 22 : 61~65.

38. Jones, M. R., N, P. Larsen and G. P. Pritchard, 1934. Taro and sweet potatoes versus grain foods in relation to health and dental decay in Hawaii. The Dental Cosmos 76 : 395~409.

39. Kirkpatrick, R. M., 1935. Diet in relation to gingivitis. Field observations in New Guinea. J. Amer. Dental Asso. 23 : 197~206.

40. Langworthy, C. F. and H. J. Deuel, 1922. Digestibility of raw rice arrow-root, canna, cassava, taro, tree-fern. and potato strches. J. Biol. Chem.52 : 251~261.

41. McCullough, M. E., 1978. NFIA Literature Review on Fermentation of Silage:A Review. Grants-in-Aid Committee, National Feed Ingredients Asso. West Des Moines, Iowa 50265.

42. Moore, L. A., 1962. Grass-legume silage. In "Forahes". (ed. H. D. Hughes, M. E. Heath and D. S. Metcalfe) pp.535~546. Ames Iowa State Univ. Press.

43. Nathan, Richard A., 1978. Fuel from sugar crops. Battele Institute Report to U. S. Dept. of Energy.

44. Payne, J. H., G. J. Ley and G. Akau, 1941. Psocessing and chemical investigations of taro. Hawaii Agr. Exp. Sta. Bull. 86.

45. Plucknett, D. L., R. S. de la Pena and F. Obrero. 1970. Taro (*Colocasia esculenta*), a review. Field Crop Abst. 23 : 413~426.

46. Plucknett, D. L., 1970. The statrs and future of the major edible aroids, *Colocasia, Xanthosoma, Alocasia, Cyrtosperma* and *Amouphoph-allus.* Proc. 2nd Int, Symp. on Trop. Root and Tuber Crops (1970), vol. 1 : 127~135.

47. Plucknett, D. L., 1976. Edible aroids, *Alocasia, Colocasia, Cyrtosperma Xanthosoma,* In Evolution of Crop Plants, ed. N. W. Simmonds, pp. 10~12.

48. Plucknett D. L., 1983. Taxonomy of the genus *colocasia.* in "Taro" (ed J. K. Wang) p. 14~19.

49. Potgieter, M., 1940. Taro (*Colocasia esculenta*) as a food. J. Amer. Dietet.Asso. 16 : 536~540.

50. Purseglove, J. W., 1972. Tropical crops. Monocotyledons 1.pp.58~75. New York : Wiley.

51. Rada, E. L., 1952. Mainland market for taro products. Agr, Econ. Dept. Rep. no. 13. Agr. Exp. Sta. Univ. of Hawaii.

52. Roth, A. R., M. Worth and I. J. Lichton, 1967. Use of poi in the prevention of allergic diseases in potentially allergic infants. Ann. of Allergy 25 : 501~506.

53. Trujillo, E. E., 1967. Diseases of Genus *Colocasia* in the Pacific area and their control paper presented to the First Int. Symp. Trop. Root crops. Trinidad.

54. Tisbe, V. Q. and T. G. Cadiz, 1967. Taro or gabi. In "Vegetable Production in South East Asia" (ed. J. E. Knott and J. R. Deanon, Jr), pp.293~300. Los Banos, Laguna: Univ. of the Philippines Coll. Agr.

55. U. S. Department of Energy(USDE).1977. Alcohol Fuels Policy Review.

56. Wolf, M. J., M. M. MacMasters and C. E. Rist, 1950. Some characte-ristics of the starches of three South American seeds used for food. Cereal Chem. 27 : 219.

57. Young, R. A., 1913. The dasgeen, a root crop for the southern states. U.S. Dept. of Agr. Bureau plant Industry Circ. 127 : 25~36.

58. Young, R. A.,1917. The dasheen:its uses and culture. 1916 yearbook, U.S. Dept. of Agr, pp. 199~208.

Root Crop Yield Improvement, Processing and Utilization : 39~ 69 (1994)

Varietal Improvement of Taro (*Clolcasia esculenta* [L.] Schott)

S. S. Huang, C. M. Han, T. C. Chen, and S. F. Tai
Kaohsiung District Agricultural Improvement Station,
Pingtung, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

Taro (*Colocasia esculenta*), a member of the herbaceous perennials of the Araceae family, is an economic crop of tradition grown throughout the humid tropics for its edible corms and leaves. Taro can be utilized in more forms than do the other root crops such as sweet potato, potat, and cassava. It can be consumed as both staple food and vegetable, and processed as food additives, animal feeds, industrial materials, etc. Only limited information is available on the breeding and culture techniques of this important crop, more studies are needed to enhance both its yield and production.

The total acreage planted to taro in Taiwan is about 5,500 ha, of which 3,5 00 ha are distributed in Kaohsiung and Pingtung area. It is therefore one of the important crops in southern Taiwan. This paper includes the literature review including the origin, taxonomy, nutritional value, utilization, and the present production status of taro. The topics on varietal improvement, germplasm collection and utilization, major constraints to production, and the breeding strategy are emphasized. Kaohsiung No. 1, a new taro variety with high yielding potential and resistance to soft rot disease developed by the Kaohsiung District Agricultural Improvement Station is also introduced.

(Key words: Taro (*Colocasia esculenta*), germplasm, taxonomy, Production, utilization, varietal improvement.)

山藥之品種改良

劉新裕　王昭月　徐原田　宋麗梅
台灣省農業試驗所農藝系

摘　要

山藥爲最重要根莖類作物之一，具高產及富含營養之特色。由於分佈極廣，遍及全部熱帶、副熱帶及其他地區，品種十分繁雜。其種原能否加强蒐集，實爲本省山藥品種改良與生產利用之首要工作。在眾多山藥種原中最具生產力的爲 *D. alata* L.、*D. esculenta* (Lour.) Burk.、*D. rotundata* (L.) Poir.、*D. cayenensis* Lam.及 *D. bulbifera* L.；而就本省而言，*D. alata* L.、*D. alata* L. var. *purpurea* (Roxb.)M.Pouch.、*D.japonica* Thunb. var. *pseudojaponica* (Hay.) Yamam.及 *D. doryophora* Hance亦深具發展潛力。多年來，台灣省農業試驗所即針對上述重要山藥種原積極進行引種工作，至今已有90品系，除了先行繁殖、觀察及進行農藝性狀與產量之調查外，同時另進行開花習性、細胞遺傳及同功異構酶電泳之探討與分析，並繼續進行早熟性、抗病或抗蟲性、成分分析及其他性狀之篩檢工作，以配合山藥選種或育種工作之進行。由於大多數山藥種原不易開花，若有開花亦因其雄株或雌株具不孕性，不易生成種子，故傳統雜交育種工作極爲困難，一般以選擇育種法爲主。本所利用選擇育種法育成山藥台農1號及篩選得到優良品系70W04，此二優良品種(系)共同具備高產、質優、適應性大、耐貯性佳及適合多元化加工及利用之價值，值得促銷推廣。70W04之另一特色爲其葉與蔓產量甚高、營養豐富、且質地細緻可口，有可能成爲本省夏季蔬菜之另一良好供源。

（關鍵詞：山藥、種原、育種、同功異構酶）

前　言

山藥爲薯蕷科(*Dioscoreaceae*)薯蕷屬(*Dioscorea*)之蔓性植物，在我國之栽培歷史極早，如「本草衍義」、「山海經」、「圖經本草」、「新修本草」、「本草綱目」及「齊民要術」等本草古籍均有記載，我國最早之本草藥典「神農本草經」且列山藥爲上品藥材。利用部位爲塊莖(擔根體)，有滋養强壯及止瀉功效，爲常用藥用與保健植物。全球山藥之年產量在1991年約爲24×10^6t，爲熱帶地區生產量僅次於樹薯及甘薯[22]，且營養品質均佳之最重要根莖作物，亦爲國際性重要糧食作物之一[20,30,32,35,40]。由於世界人口仍持續增長，人口成長愈快，糧食益形不足，對於根莖作物尤其是有高產及高品質潛力之山藥之需求將愈大，因在單位時間及單位面積內，根莖作物及甘蔗同爲熱量生產力最大之作物種類[22]。及早培育優良山藥新品種，實爲民食富裕之捷徑。

根據聯合國糧農組織1993年資料[26]記載，1991年世界山藥之收穫面積爲2,546,000ha，依次約爲十年前(1,507,000ha)、1989年(2,104,000ha)及1990年(2,141,000ha)之1.69、1.21及1.19倍。1991年世界山藥之生產量爲23,893,000t，依次約爲十年前(11,579,000t)、1989年(16,995,000t)及1990年(20,966,000t)之2.06、1.41及1.14倍。1991年世界山藥之平均產量爲9,385kg/ha，亦約爲十年前 7,806kg/ha之1.20倍，由此可見山藥在全球之栽培更加普遍，生產量及產量日漸增加，其在面積與生產量之增幅亦爲樹薯、甘薯、芋頭、甚至包含馬鈴薯之根莖作物之冠(表1)。山藥在世界之產地以非洲爲最大，其1991年之收穫面積達2,414,000ha，約佔當年全球山藥面積之94.8%，且非洲在1991年山藥之年產量爲22,742,000t，亦約爲全球年產量之95.2%，其他地區在面積及年產量兩方面皆遠不如非洲，惟非洲平均山藥公頃產量爲9,422kg/ha，則落後大洋洲之16,123kg/ha及亞洲之12,374kg/ha甚多(表2)。

山藥之種類繁多，全世界薯蕷屬植物約有600種，主要分佈於熱帶及亞熱帶地區，尤以中南美洲最多[12]，其中約有60種可供食用，最具生產力之種原爲 *D. alata* L.、*D. esculenta* (Lour.) Burk.、*D. rotundata* (L6.) Poir.、*D. cayenensis* Lam. 及 *D. bulbifera* L.等[30]。分佈於本省的有14種及5變種[13,14]，而以大薯或田薯(*D. alata* L.)、紫田薯(*D. alata* L. var. *purpurea* (Rox b.) M. Pouch.)、薯蕷(*D. batatas* Decne)、黃藥(*D. bulbifera* L.)、基隆山藥(*D.japonica* Thunb. var. *pseudojaponica* (Hay.) Yamamoto)及恒春山藥(*D.doryophora* Hance)爲主。於1991年命名推廣之本省第一個山藥品種，山藥台農1號，即屬於 *D. alata* 之優良栽培品種。山藥台農1號具有栽培及採收容易、生長旺盛、適應力强、產量高而穩定及品質優越之優點，其塊莖大小適中，皮薄、肉厚、色白及多粘液質，且富含澱粉、蛋白質及多種必需胺基酸，另具礦物元素及維生素等成分，營養價值甚高，可供食用、加工用及藥用，用途廣泛[15,17]。其他山藥品種如基隆山藥、恒春山藥及紫田薯等在本省之栽培生產也有一段時間，栽培技術正不斷改進，其產量及品質也都有相當不錯的表現[10,11]，值得大力研發推廣。

由於山藥分佈極廣，遍及全部熱帶、亞熱帶及其他地區，品種十分繁雜。因此在進行山藥之引種、選種及育種時，相關品種之鑑定與確認工作極爲重要。一般作物品種鑑別之技術應可適用於山藥，其中較具經濟實用性者爲植株與塊莖或珠芽之外表形態、細胞遺傳、顯微解剖、成分分析、同功異構酶及DNA層次之分析法。近年來同功異構酶電泳法已被廣泛應用於作物之品種與種子純度鑑定[7-9]、基因遺傳[28,31,33]、生理特性[27,36]、代謝作用[39]及抗病[34]與抗蟲性之篩選等研究，成效顯著。由於同功異構酶之生成受遺傳基因之控制，可供作爲遺傳指標之一，因此若能找出與其具連鎖關係之一些基因，即可利用來加速親本或雜交後代之選拔。此外，利用同功異構酶電泳之分離法尙具有如下之優點：(1)同功異構酶具有共顯性現象，可直接顯示作物之基因型，(2)所需之取樣量甚少，通常50～200mg即可進行分析，(3)分析方法簡單、迅速及靈敏度高，且所需設備並不昂貴，(4)一次製備可同時分析數種酵素，一天內可分析大量植株樣品，及(5)

表 1. 1989～1991年全球性根莖作物之生產情形
Table 1. Area, yield, and production of root crops in the world (1989～1991)*

Crop	Area harvested (1,000 ha)			Yield (kg/ha)			Production (1,000 MT)		
	89	90	91	89	90	91	89	90	91
Cassava	15,476	15,155	15,671	9,807	9,949	9,808	151,773	150,768	153,689
Sweet potatoes	9,130	9,247	9,260	13,668	13,531	13,628	124,798	125,124	126,187
Yams	2,104	2,141	2,546	8,078	9,793	9,385	16,995	20,966	23,893
Taro	984	932	987	5,474	5,554	5,799	5,387	5,173	5,724
Potatoes	—	17,728	17,784	—	15,094	14,503	—	267,586	257,929

*: Source: FAO QBS Vol. 6 No. 2 - 1993(26)

表 2. 1989～1991年各大洲根莖作物之生產情形
Table 2. Area, yield, and production of root crops in each continent (1989～1991)*

Continent	Area harvested (1,000 ha)			Yield (kg/ha)			Production (1,000 MT)		
	89	90	91	89	90	91	89	90	91
					A. yams				
Africa	1,962	2,012	2,414	8,064	9,869	9,422	15,822	19,835	22,742
N. C. America	58	60	61	5,734	5,725	5,965	335	344	362
S. America	50	35	37	7,284	8,147	8,038	362	285	297
Asia	16	16	16	12,345	12,453	12,374	192	198	202
Oceania	18	18	18	15,722	15,710	16,123	283	285	288
Europe	9	9	9	5,675	7,047	7,500	1	1	2
World	2,104	2,141	2,546	8,078	9,793	9,385	16,995	20,966	23,893
					B.cassava				
Africa	8,734	8,484	8,922	7,447	7,966	7,726	65,047	67,584	68,931
N. C. America	206	195	188	4,848	4,822	5,056	1,001	942	951
S. America	2,441	2,540	2,593	12,533	12,314	12,401	30,593	31,280	32,155
Asia	4,077	3,918	3,950	13,481	12,957	13,027	54,963	50,771	51,460
Oceania	17	17	17	9,942	11,040	11,060	169	191	191
Europe	—	—	—	—	—	—	—	—	—
World	15,476	15,155	15,671	9,807	9,949	9,808	151,773	150,768	153,689
					C.sweet potatoes				
Africa	1,285	1,432	1,342	4,825	4,931	4,825	6,203	7,117	6,473
N. C. America	200	192	185	6,818	7,180	7,028	1,362	1,377	1,300
S. America	136	141	140	10,123	10,221	10,436	1,372	1,443	1,457
Asia	7,389	7,362	7,469	15,595	15,561	15,570	115,235	114,558	116,291
Oceania	115	115	118	4,851	4,870	4,841	556	558	570
Europe	6	6	7	12,108	12,067	13,832	71	70	97
World	9,130	9,247	9,260	13,668	13,531	13,628	124,798	125,124	126,187
					D.taro				
Africa	786	731	786	4,270	4,211	4,543	3,356	3,079	3,570
N. C. America	2	2	2	9,594	9,690	9,794	22	23	24
S. America	1	1	1	11,238	11,111	11,111	13	7	7
Asia	149	150	151	11,236	11,509	11,830	1,673	1,731	1,788
Oceania	46	47	47	7,070	7,114	7,139	323	322	335
Europe	—	—	—	—	—	—	—	—	—
World	984	932	987	5,474	5,554	5,799	5,387	5,173	5,724

*: Source: FAO QBS Vol. 6 No. 2 - 1993(26)

幾乎任何組織部位均可利用來分析，採樣可以不犧牲植株，且較不受生長期之限制[8]。惟其可辨識之因子座較DNA層次之分析法爲少，且部分同功異構酶較不穩定，易受環境之影響，是其缺點，而且酵素之萃取、膠體及電極緩衝液之組成、pH值、電壓、酵素之受質、染液量與染色溫度、取樣部位、生理發育時期、種子品質及植株生長條件等，有時均足以影響酶譜分析之再現性[21,24]。惟利用各種同功異構酶之分析酶譜，應可供判別具較佳雜交組合力之親本，因而能提高育種成效。有關山藥同功異構酶之研究報告尚不多見，極少數之文獻如利用聚丙烯醯胺膠體電泳法來區分 *D. composita* 花藥與雌蕊中peroxidase之不同[29]；或利用等電點電泳法來區分 *Dioscorea* 屬中四個不同種葉片之peroxidase和acid phosphatase[37]。至於山藥DNA層次分析方面之研究則更少，急待加強。

一年生山藥在本省栽培之塊莖產量介於12～40t/ha之間，依品種、地區及田間管理程度而異[2,10,11,15-17]，較全球山藥之平均產量9.4t/ha爲高。將採收之山藥洗淨泥沙，削皮後即可鮮食或烹調食用。於切片或切角後烘乾或磨成粉，可供製成各種加工產品。山藥供作鮮食用時，由於栽培時病蟲害甚少，噴藥率低，本身即爲一種健康清潔食物。惟因其肉質細膩鬆軟，口感味道較淡，若能與其他佐料或食物配合，則可製成許多營養豐富之極佳食品，如炸山藥片、山藥丸、拔絲山藥及四神湯等。供作加工時，可試製山藥片、山藥粉或山藥薯條，惟應先慎選適當品種，在塊莖品質上尤須注意符合含水率較低、色澤純白、不變色以及粘度較高等要求。供藥用時，可製成毛山藥、光山藥或山藥飲片等產品，可單獨或混合其他藥材使用。山藥之擔根體在我國自古以來即供作保健及藥用，『神農本草經』等本草典籍謂其性平、涼潤、味甘而無毒，能健脾胃、補肺腎及收澀固精，主治泄瀉久痢、消渴、虛勞、咳嗽、遺精、帶下及小便頻仍等，另具祛痰功效，民間用爲滋養强壯藥，古代名方如六味丸、八味丸、參苓白朮散、無比山藥丸、大山蕷丸以及坊間之四神湯中即有山藥[1,4,6]。此外，山藥之零餘子之效用亦不低於擔根體[5]，據『本草拾遺』謂:零餘子味甘溫、無毒，主補虛、强腰腳、益腎、食之不饑，功用强於薯蕷。山藥的營養成分甚爲豐富，依據中藥大辭典及試驗分析結果可知，其塊莖富含多種必需胺基酸、蛋白質及澱粉[15]，另具粘液質(mucin)、尿囊素(allantoin)、膽鹼(choline)、纖維素、脂肪、維生素A、B_1、B_2、C及鈣、磷、鐵、碘質等。特殊的山藥品種如 *D. colettii* Hook. f 等尚含有diosgenin及其他近似類固醇皂苷元結構，爲合成性激素及重要醫療用類固醇(medicinal steroids)的原料。上述成分之含量隨品種而異，利用選種或雜交育種將可增加含量。

本省之氣候土壤很適合發展山藥，且自生有不少山藥品種[12-14]。過去由於未能適地栽培、慎選品種及熟悉栽培與加工技術，所以產量不高、品質較差，經濟價值無法提高，以致各地只見少量與零星栽培，依據本所1991年初步調查結果可知，全省山藥之栽培面積約爲300公頃，生產較集中之產地爲屏東縣滿州與恒春、高雄縣甲仙、台南縣東山、白河與玉井、南投縣名間、竹山、中寮、集集與水里、雲林縣林內、苗栗縣三義、花蓮縣玉里、台東縣、台北縣瑞芳與雙溪、及嘉義市與縣。

總之，山藥是國際性重要農園藝作物之一，深具營養與保健價值，值得促銷推廣。若能

不斷改進山藥品種，以提高產量及增進品質，則其重要性將與日俱增，在發展上深具將來性。

內　　容

一、山藥品種之多樣性：

山藥之種原繁多，形態各異，除了已被收集之8,200種外，尚有甚高比率之品種未被收集[23]。其一般爲多年生宿根蔓性草本植物，由地下擔根體、零餘子、種子、帶葉之莖節或組織培養培殖體[25]可發芽生根，並長成細長之莖蔓。葉由各節上生出，具長柄，對生或互生，呈盾形、心臟形、箭根形、長披針形或其他形狀，濃綠色、淡綠色或紫紅色，葉脈明顯，爲異網狀脈。入秋色呈黃褐後凋落，莖蔓亦漸枯萎。莖蔓細長可達6m以上，具回旋性，多分枝，光滑或有刺，形狀爲圓莖、方莖或方稜翼狀，部份山藥之莖蔓及葉柄具花青素。夏初部分種類可於莖節葉腋內著生小粒之珠芽，如*D. batatas*及*D. bulbifera*等，亦稱零餘子，成熟後易脫落且在地下發芽，可供利用爲繁殖栽培或食用之材料。珠芽呈圓形或橢圓形，或有不定形者，大小不一，一般長約2～3cm左右，表皮初時偶見綠色，以後呈褐色或銀褐色，表面有小突起，易發根，肉色與塊莖類似，功同塊莖。夏或秋間有些種類可於葉腋開花，花亦具多形性。利用塊莖切塊種植6～9個月，或零餘子繁殖者經過2～3年，地下擔根體可成長、充實與肥大。薯塊大小、重量與粒數因種類而異，有長達1m以上，重超過1kg者。薯塊形狀可分成長薯類、扁薯類如尾端寬廣呈銀杏葉狀或掌狀、塊薯類如圓形、橢圓形或不整形。多數種類之塊莖外皮粗糙，呈暗褐、淡褐、灰褐或紫紅等之變異。塊莖上根之生長、形狀與數量亦依品種不同而異。塊莖肉部顏色或白、乳白、黃、紫紅或含其他色素，以及其切面之褐化程度皆因品種而不同。

D. alata 爲所有山藥類植物中分佈最廣且品質與產量俱佳之種原，幾乎偏及全部熱帶地區，在西非地區有取代*D. rotundata*及*D. cayenensis*之勢，全球之年產量應不低於10×10^6t[30]。*D. alata*之植株性狀特具多形性，可以再細分成不少之種、亞種或許多類型之品種。如以其葉部與塊莖之特徵來分類*D. alata*，可得品種總數達數千種之多。由於分佈各地之品種數極多且形態變異大，因此*D. alata* 在各地另有下列不同之別名，如大薯(greater yam)、亞洲大薯(Asian greater yam)、翼薯(winged yam)、白薯(white yam)、水薯(water yam)、十月薯 (ten-month yam) 及亞洲翼莖薯(Asian wingstemmed yam) 等。屬於*D. alata*之優良品種應具備如下之特性：(1)蔓與葉須生長旺盛、具抗病力及含較少量之花青素。(2)塊莖形短、整齊、表皮光滑、少根及具抗病抗蟲能力。(3)塊莖肉部含色素少或無、不易褐化、質地細緻。(4)煮後肉色白或乳白，且具香味。

源自印度半島與其鄰近島嶼如新幾內亞等，以及大洋洲諸島之*D. esculenta* 在全球山藥之分佈與利用程度上排名第三，次於 *D. alata*及*D. rotundata* 。由於薯形較小，

重約100～200g，故又稱爲小薯(lesser yam)、馬鈴薯山藥(potato yam)或中國薯(Chinese yam)。由其莖蔓具刺與否又可分成 *spinosa* 及 *fasiculata* 二變種，以少或無刺之 *fasiculata* 較受人們喜愛。至今大部分之 *D. esculenta* 種原已成爲各地之栽培品種，以新幾內亞爲例，其品種數約有30～80種。少數之野生品種則散生於馬來西亞、新幾內亞及菲律賓群島。具有高產潛力之品種塊莖形狀較大，具較佳貯藏性，惟生育時期較長。若干經改良之品種具較短生長期，及較佳之食用品質，惟產量較差[30]。優良D. esculenta之品種特性應爲：塊莖形大且整齊，及較少不定根。

就非洲大陸尤其是西非地區而言，*D. rotundata* 即泛指山藥，其栽培歷史已達千年之久。*D. cayenensis* 則爲 *D. rotundata* 之近緣種。此二種非洲山藥除了具備更耐旱及更早熟等特性外，與 *D. alata* 及 *D. esculenta* 最大的不同，在於它們仍具有或多或少之開花受粉與結實能力[19]，實生苗取得較易。由於實生苗易生變異，故在西非地區存在有爲數眾多的相關品種，總數達500～2,500種之多，其中屬於 *D. rotundata* 品種之變異程度遠大於 *D. cayenensis* 。此二種山藥具有許多共同特徵：如單葉、莖有刺、一年生及無珠芽等，但其葉形及塊莖肉色則互異，*D. rotundata* 之心形葉較狹小，塊莖肉色爲白色，後者之葉較闊大，且肉色通常爲黃色[30]，故前者又稱白薯，後者又稱黃薯。

同時源自亞洲及非洲兩地之 *D. bulbifera* ，以其能生產可食用之大形珠芽，而有別於其他山藥種原，其重要性雖不如前述四種山藥，但因其除了能生產地上部之珠芽外，也能生產地下塊莖，且部分種類具有高產及特殊品質如香味等特性，故在熱帶地區之分佈亦廣。*D. bulbifera* 之品種可分爲亞洲種及非洲種二類，前者之珠芽較近圓形，後者則具多角或其他不定形。依色澤或有毒成分等特性，可再細分非洲種成senegambica、sylvestris、anthropophagorum、contralatrones、longipetiolata 及violacea等六種。依珠芽大小、特性及其他特徵，也可細分亞洲種成bulbifera、heterophylla、sativa及suavior等四種。在印度及東南亞有甚佳 *D. bublifea* 之食用品種，在高產及香味品質等方面一般較非洲種爲優。好的品種特性應爲珠芽形大、多數、形狀整齊且富甜味，此外尙須具抗病能力。

其他重要之山藥種原尙包括：具三小葉及毒性之 *D. dumetorum* (kunth) Pax、源自南美洲且具3～5深裂葉之 *D. trifida* L. 、源自中國較耐寒且供藥用之 *D. opposita* Kunth (即 *D. batatas* Decne.)、源自日本且廣泛於中、日兩國栽培之 *D. japonica* Thunb. 及主要供作醫藥用途之 *D. mexicana*、*D. composita* 及 *D. floribunda*[32]等。在本省另有許多不錯之種原，如 *D. alata* L. var. *purpurea* 、 *D. japonica* var. *pseudojaponica* 及 *D. doryophora* 等品種，在形態與特性等方面之差異甚大。

二、山藥之開花與繁殖：

多數之山藥種原皆不開花，若開花則一般爲穗狀、圓錐或總狀花序，概爲單性花雌雄異株，少數爲雌雄同株。花小很不顯著，花被六片，通常連合。雄花數一般較雌花數爲多。雄花通常具6雄蕊，內側3雄蕊有時爲不稔性。雌花之花柱3枚，子房下位3室或1室，每

室含2個胚珠。果實爲生有3翼之蒴果，種子亦有廣翼，惟有時不生種子。

D. alata 爲雌雄異株，開花於地下塊莖正在形成時。花小，很不顯眼，雄花株較雌花株爲多，惟大多數之品種都不開花，若開花時，大多數之雄花或雌花亦具不孕性。雄花一般爲圓錐花序，綠色或白色，形小，直徑約1～2mm，雄蕊6枚發育良好，惟多數種類將不開裂，或只裂開少許，以致媒介昆蟲很難取得花粉，此外，大部分品種之花粉粒不是退化就是發育畸形。上述之異常現象只在少數野生種或原始品種爲例外。其雌花一般爲總狀花序，子房3室，於受粉後可迅速膨大，形成蒴果，惟結果率甚低，即或有蒴果形成，其內種子也常在成熟前萎縮退化(30)，故 *D. alata* 之繁殖方式全賴塊莖，以無性繁殖方式進行。

D. rotundata 及 *D. cayenensis* 一般爲雌雄異株，偶而可見少數爲雌雄同株。兩者之開花期皆甚早，於六月間即可開花，惟開花率甚低，且開花株中以雄花株較雌花株爲多，*D.cayenensis* 甚至只開雄花而少雌花。*D. rotundata* 之雄花一般爲穗狀花序，花形亦小，直徑約1-3mm，外圍有小苞葉，花被6片， 基部略合生，其3片花萼爲淺綠色，3片花瓣爲淺黃色，雄蕊6枚，輪生，花粉粒甚小，由於富含黏性，故無法進行風媒傳粉。*D. rotundata* 之雌花株很少，但 *D. cayenensis* 更少，雌花一般亦爲穗狀花序，長約0.5cm，花被6片亦連生，子房3室，每室2胚珠，受精後每一蒴果內含6粒種子，種子具薄羽翼，便利傳播。*D. rotundata* 可利用種子及莖節扦插繁殖，但大部份仍利用塊莖進行繁殖(30)。

D. esculenta 雖爲雌雄異株，但罕見開花。繁殖時可利用莖段扦插或塊莖進行無性繁殖(30)。

D. bulbifera 之雄花爲總狀花序，於夏季甚易開花，外形近似雌花。花被顏色或綠、白或淡粉紅色。花具香味，容易吸引蜜蜂等昆蟲，以利傳粉。蒴果長約2-5cm，內含具薄翼之種子，種子很輕，百粒重約1g左右。新鮮種子之發芽力頗高，且實生苗於1年內即可達正常產量及開花，其他山藥種類未見有如此快速之生長現象。*D. bulbifera* 可利用種子、珠芽及地下塊莖進行繁殖(30)。

此外，亦能正常開花與結子的山藥種原尚有 *D. dumetorum*、*D. trifida* (32)、*D. doryophora*、*D. japonica* 及 *D. japonica* var. *pseudojaponica* 等。

三、山藥之細胞遺傳：

經由顯微鏡檢山藥之花粉母細胞或根尖細胞可知，薯蕷屬植物染色體之基本數目爲9、10或12，通常爲10(30)。由於形狀特別小，所以鑑定過程非常冗長困難。由這些基數所衍生含奇數染色體數目之植株常致不孕。一般而言，產於熱帶之山藥之染色體數多而形小，產於溫帶者則數少而形大(32)。

D. alata 之染色體基數爲10，可能經極早時期品種間之雜交結果，而生成具30、50或70染色體數之多元體植株，惟大多數具雜種不孕現象。同一 *D. alata* 品種內偶可見細胞染色體之變異現象，若能即時進行無性繁殖，固定性狀，應可育成新品種。*D. alata*

族群中雄花株數極多，惟雄花及雌花多具不孕性，故現存眾多品種之由來，若非早已存在，即係由其原始品種經體細胞突變，或曾經有性生殖雜交生成[30]。

D. esculenta 之染色體基數亦為10，若干西非品種經確認為四元體，即2n=40，有報告指出本種另有其他多元體植株如2n=90及100者[30]。由於本種植株罕見開花，故有關染色體之鏡檢報告甚缺。

D. rotundata 及 *D. cayenensis* 之染色體基數為9，偶而為10，在其族群中常見各具四元體及六元體之植株，染色體數分別各為36或54，其中四元體植株可進行正常之減數分裂，而六元體植株則否，因具不孕性。部分 *D. cayenensis* 植株具甚高之染色體數，如2n=140[32]。

亞洲型 *D. bulbifera* 植株之染色體基數為10，其族群中可見2n=40、60、80及100之多元體株型，而非洲型者之染色體基數為9或10，有染色體總數為36、40、54及60等之多元體株型。由染色體基數為 9所生成之多元體植株常具不孕性[30]。

四、山藥種原之蒐集與利用：

全球性山藥物種中以 *D. alata* L.、*D. rotundata* (L.) Poir.、*D. esculenta* (Lour.) Burk.、*D. cayenensis* Lam.及 *D. bulbifera* L. 之分佈最廣與利用最大。惟就東亞而言，*D. batatas* Decne.及 *D. japonica* Thunb.之利用甚為久遠，且較為普遍。而就本省而言，*D. alata* L.、*D. alata* L. var. *purpurea* (Roxb.) M. Pouch.、D. japonica Thunb. var. *pseudojaponica* (Hay.) Yamamoto及 *D. doryophora* Hance 亦頗具品種與利用特色。這些物種各含有或多或少之相關品種，種類十分繁雜，如 *D. alata* 之品種數即有數千種之多。作物之品種改良植基於量多且優良的種原[32]，種原之加強蒐集已成為本省山藥品種改良與生產利用之首要工作。

多年來台灣省農業試驗所(以下簡稱本所)即透過各種管道致力於山藥種原之蒐集工作，至今已由國內外引進90品系，其中以 *D. alata* 最多，有40品系，其次為 *D. alata* var. *purpurea* 有23品系、*D. esculenta* 有6品系及 *D. rotundata* 有5品系，其他之種原如 *D. japonica* 有2品系，*D. bulbifera*、*D. batatas*、*D. pseudojaponica* 及 *D. doryophora* 各只有1品系，另有10品系之學名急待鑑定。上述種原除了先行繁殖、觀察及進行性狀與產量之調查外，同時另進行開花習性、早熟性、抗病或抗蟲性、成分分析及其他特殊性狀的篩檢工作。而少數具開花結果能力之種原，將可供為雜交育種之材料，以培育具優良性狀之新品種。

五、山藥品系同功異構酶之分析：

取用本所現有山藥品系為材料，進行兩種電泳系統同功異構酶之分析，其一為聚丙烯醯胺膠體電泳法(polyacrylamide gel electrophoresis, PAGE)，另一為澱粉膠體電泳法(starch gel electrophoresis)，其目的在鑑定與分類本省現有之山藥種原。

1.聚丙烯醯胺膠體電泳法[3]：

秤取0.5g山藥塊莖上的嫩芽或植株葉片，加入液態氮、少許PVP及1ml之萃取緩衝

液(0.1MTris-Hcl pH7.5，0.002％ β-Mercapto ethanol，25％ glycerol，6％ PVP-40 ，0.05% Triton-100及0.03mM EDTA)磨成均質後，經二次離心(14,000 rpm ，4℃,15分鐘)，做爲同功異構酶分析之樣品。電泳的設備是以 Bio-Rad 直立式平板電泳裝置，膠體爲 10cm×7.2cm×1.0mm之7.5% 聚丙烯醯胺 (polyacrylamide) (3M Tris-HCl， pH8.9) 的分析膠體(resolving gel)及3.1％聚丙烯醯胺的堆積膠體(stacking gel，0.5M Tris-HCl，pH6.7)。將15υl之樣品點樣後，加入追蹤染劑(Bromophenol Blue 0.2 mg溶於50%甘油v/v中)，即進行電泳層析。開始時電源固定爲每片膠體 8mA，待跑完stacking gel後，電流調到12mA。在追蹤染劑之標記線到達膠體底部時，關掉電源，即可進行酵素活性染色。酵素活性染色係採Tanksley及Orton氏之方法。分析之酵素種類如下：(1)過氧化酵素(peroxidase，PRX),(2)酯酶(esterase，EST)，(3)草醯乙酸轉胺酶(glutamate oxaloacetate transaminase，GOT)，及(4)酸性磷酸酶(acid phosphatase，APS)。

2.澱粉膠體電泳法：

取1g山藥展開健康葉片，洗淨拭乾後以液態氮充分磨碎，再加入少許PVP粉末(約20mg)和1ml之萃取液(50% glycerol，1% glutathione，3mMNa_2EDTA，0.01M $NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$，0.084M Na_2HPO_4 ，pH 7.5)，迅速混合均勻後，倒入離心管(40ml OaK Ridge)。經20分鐘離心後(15,000rpm，4℃)，迅速將上清液移入Eppendorf tube，保存於-20℃備用。所萃取之樣品皆在兩週內完成電泳分析，電泳時主要係根據陳和李[9]之方法，以吸有樣品之濾紙片插入膠體中。電泳膠使用含10%澱粉和0.3%瓊脂(agarose)之混合膠體。製作時先將澱粉(Connaught Laboratories LTD.)和瓊脂(Sigma A-6877)分別倒入裝有定量Histidine緩衝液之三角瓶中，以便分開加熱。加熱過程中，瓊脂將比澱粉先溶解而呈透明狀，溶解後的瓊脂隨即倒入尚在加熱之澱粉中，繼續加熱至開始滾沸，再經抽氣後隨即倒入膠模。所製成之膠體呈倒U字形，可直接與電泳液(tank buffer)接觸，因爲不需使用鹽橋，可增加通電效果。電泳膠可於當天製作，或於前一天傍晚做好，再以保鮮膜封住，置於25℃中備用。電泳時係將倒U型膠模横跨於正、負電極之兩個電泳槽上，膠模之兩個邊腳分別伸入於兩槽中；槽之內部尺寸爲20×6×5(cm)(長×寬×高)，內各裝400ml之Histidine電泳液，使膠體不需藉助鹽橋即可和電泳液充分接觸。當樣品放入膠體內以後，在膠體上蓋以一層保鮮膜，以爲電絕緣並防乾燥。其上面再放置一個平底壓克力淺盤，盤內加少許水，再放置一塊藍冰，以爲降溫之用。將偏植物樣品的膠體端接上負電，另一端則爲正電，採用定電流方式，每片膠體設定爲100mA。整個裝置放於室溫中 (約25℃)，電泳所需時間爲3～4小時。停掉電力後，將膠體放入-20℃凍箱中三分鐘，再取出切下中間部份，以陳和李[9]之方法將其水平割切成6～7片，丟棄最上和最下之兩片，其餘各片分別染不同之酵素。染色時係根據Vallejos之方法。分析之酵素包括MDH (malate dehydrogenase)、PER(peroxidase)、SKDH (shikimate dehydrogenase)、PGI (phosphohexose

isomerase)、PGD (6-phosphogluconate dehyrogenase) 及 PGM (phosphogluco-mutase)。

3.電泳結果：

根據PAGE同功異構酶電泳分析結果可知[3]，就過氧化酶(PRX)而言，屬於 *D. alata* 及 *D. alata* var. *purpurea* 之山藥品系在Rf=0.2處具有相同條帶，而 *D. esculenta* (Lour.)Burk在 Rf=0.2及Rf=0.28處各具一條帶，可資分別。就草醯乙酸轉胺酶(GOT) 而言，同屬於 *D. alata* 之70W04 較山藥台農1號在Rf=0.45處多一條帶。此二品系在Rf=0.2及0.6另有共同條帶，而屬於 *D. alata* var. *purpurea* 之70R01及80R04則在Rf=0.17及0.63處有條帶，前後互異。另外根據澱粉膠體電泳法之結果可知，就山藥種內及不同種間品系之鑑定，可利用 MDH、SKDH、PER及PGI等四種同功異構酶譜加以明確區別。有關利用電泳來鑑別山藥種原之研究，本所正深入探討中。

六、育種目標：

山藥一般皆為雌雄異株，惟多具不稔性，不易進行雜交育種，故多年來本所即致力於山藥種原之蒐集，以期篩選優良山藥品系，改進其栽培方法，及開發多元化加工技術與產品。針對山藥之植物特性及國內栽培山藥之缺點與困難，本所初擬進行山藥品種改良之目標有下列六項：

1.高栽培適應性及穩定性：希望新品種能適應全省各地之生長環境，且對逆境之敏感度較低，使其在逆境時亦能維持一定之生產表現。

2.高產及質優：山藥之生長時間約為八個月左右，係屬於較長期之作物，在產量上自應有一定之要求標準。此外，山藥雖為營養價值很高的作物，但品種間之品質如維生素含量及蛋白質含量，尤其含硫氨基酸含量之變異性甚大，在選育品種時應注重相關品質之提高。

3.早熟性：山藥之生育時期依品種而不同，由5個月至10個月不等，晚熟性山藥品種一般之產量較高，但為了調節山藥之產期，早熟性山藥之選育亦具重要性。

4.抗病及抗蟲性強：炭疽病及紅蜘蛛為本省山藥生產之主要病蟲害來源，若防治失當，則將嚴重危害山藥之生長與產量，故選育品種時，應特別注意抗病、蟲或毒素病植株之篩選。

5.耐貯性佳：山藥無法週年生產，且收穫期不長，此均將減低山藥之利用價值，若能篩選耐貯性佳之品種，將可增大山藥之利用性。

6.適合多元化加工與利用之需要：由於山藥用途廣泛，品質影響其利用途徑及經濟價值甚鉅，為提高山藥的利用價值，在品種選育上宜注重加工品質如塊莖色度及粘度等特性之篩選，並試行多元化加工利用可行性之開發探討。因加工製品較易貯放，材料之需要量較大，且附加價值較高，如此將更能提高農民之收益。此外，山藥除了地下塊莖或地上零餘子可供生產及利用外，若能篩選質量均優適合蔬菜利用之莖葉品系，則對本省葉菜類之生產尤其是夏季蔬菜之提供，將增加一新來源。

七、山藥之育種方法：

由於大多數*D. alata* 之植株不易開花，一旦開花時，其雄株及雌株因具不孕性，種子不易生成，故傳統雜交育種極爲困難。由於現有品種之變異性甚大，故極有可能在最早演化時期曾有雜交現象，或曾有體細胞之突變。針對*D. alata* 之品種改良，目前較有可行性的應爲選擇育種，可就塊莖比重較大、澱粉顆粒較細、高蛋白質含量及氨基酸組成較佳且均衡等特性，尤其具較多含硫之氨基酸如甲硫氨基酸等，進行選種。此外，花青素含量較高之品種由於較易褐化、塊莖常易分歧且農藝性狀較差，而黃肉之品種可能有維生素含量較高之傾向，這些都可在進行選種時列入考慮。

由於*D. esculenta* 之栽培種不易開花或根本無花，亦不可能進行雜交育種工作。惟快速之品種改良仍可經由引種及選種獲致成果。其過程爲進行早期世代之穴選，以篩選優良品系,去除罹病、蟲及病毒植株。無病毒植株經篩選後另須進行隔離栽培。惟至今針對薯形及少根等性狀之穴選效果並不顯著[30]。

D. rotundata 爲所有山藥類植株中仍具雜交受粉能力之種原，現今不少之改良品種即係經由雜交及實生苗之篩選育成。由於部分植株具雌雄同株特性，較方便進行授粉，使雜交育種之可行性更大。位於奈及利亞之國際熱帶農業研究所，及在波多黎各之美國農部研究人員，正積極進行*D. rotundata* 等之育種工作，其育種目標爲塊莖形狀與大小之改良、抗病力及食用與加工品質之提升等[30]。

D. bulbifera 爲最有可能進行雜交育種之山藥種類，雖然部分之雄花與雌花仍具不稔性,但栽培園中若雄株與雌株量多且相距不遠，則仍有可能進行雜交工作及採收種子。現今亞洲或非洲眾多之不同品種應係由雜交育成[30]。

八、本省山藥之品種改良：

1.山藥台農1號之育成[17]

民國56年農復會(今農業委員會)組成園藝作物考察團，自國外如千里達等地區引進數個山藥品種，經本所隔離檢定無病蟲害感染源後，利用塊莖繁殖，並進行多年之觀察、馴化及適應試驗，初步發現千里達品系之農藝性狀及產量表現比本省大多數品種爲佳，且品質優良，頗符合本省山藥之育種目標，值得選定爲優良育種材料。爰自民國66年起至79年止，依序進行兩年品系觀察試驗、兩年品系產量比較試驗、四年區域試驗及多項栽培試驗。栽培試驗項目包括化學及有機肥料試驗、行株距試驗、植期試驗及塑膠布覆蓋試驗等，此外另進行塊莖貯藏試驗、營養成分及加工品質測定。經資料整理、分析、研判及撰寫命名資料後，提請命名，並在80年11月29日獲審通過，登記爲山藥台農1號。山藥台農1號之品種特性如下：

(1)用途別：食用、加工用及藥用。

(2)植株形態：爲薯蕷科薯蕷屬蔓性多年生植物。莖及葉柄四稜形有翼，平滑無毛。葉對生但初生時互生。葉片基部心狀，全葉似長卵形，先端尖形，葉長8至16cm，寬5至8cm，葉脈7至9條。在本省栽培之植株未曾開花。

(3)塊莖之性狀：塊莖肉質，褐皮白肉，近圓形或橢圓形。

(4)產量：本種塊莖平均公頃產量介於22～38公噸，視土質及管理而定。

(5)生育日數：自種薯種植至採收需時8個月。

2.山藥優良品系70W04之選育(18)

山藥優良品系70W04在植物分類上近似於 *D. alata* L.，而山藥台農1號則具有典型大薯或田薯(*D. alata* L.)之特性，二者同屬晚熟型白肉山藥。由三個連續栽培年度及三個不同地點之試驗結果可知，70W04及山藥台農1號在單株平均塊莖收量、田間成活率及塊莖公頃產量三方面之表現均甚佳且穩定，二者同具有31t/ha之生產能力，較中熟型白肉山藥品系70W03及早熟型紅肉之70R01爲高。由不同海拔之試驗結果可知，較高海拔對中及晚熟型白肉山藥塊莖性狀及產量之影響極大，對70R01之影響則較小，70W04、70W03及山藥台農1號在800m羅娜地區之產量分別只爲10.9t/ha、10.1t/ha及10.4t/ha，而70R01仍有13.7t/ha之產量。70W04之生育期爲8個月，但在6個月時其塊莖公頃產量即超過21t/ha，可依市場需要調整決定採收時期。利用塑膠穴管栽培時，70W04於8個月生長期之產量可達27.6t/ha，約爲一般種植方式之84.4%，但採收極爲方便，且塊莖較長，外觀平直光滑，不易傷損，穴管栽培70W04極具參考利用價值。70W04塊莖皮薄肉厚，富含蛋白質(13.3%)與澱粉，另具礦物元素P、K、Ca、S、Mg及微量元素Fe、Cu及Zn等成分。此外，其肉質味美、粘度甚高、顏色潔白、且不易褐化，深具食用、加工用及保健價值。70W04有別於其他山藥品系之另一特色爲其葉蔓產量甚高、營養豐富且組織質地細緻可口，經評估後有可能成爲本省夏季蔬菜之良好供源。

參考文獻

1. 山藥促銷與編輯小組，1993. 山藥之利用與栽培。台灣省農業試驗所及花蓮區農業改良場編印。
2. 王昭月，賴永昌，譚增偉，劉新裕，1992. 山藥之生產促進及省工栽培研究。中華農業研究，41：43-52。
3. 王昭月，劉新裕，宋麗梅，高介志，1993. 山藥不同品系間之變異性研究。中華農業研究，42：280-291。
4. 行政院衛生署中藥典範編輯委員會，1985. 山藥。中華民國中藥典範第一輯，pp：577-579及660-664。
5. 那琦，甘偉松，楊榮季，1978. 台灣產藥材之生藥學研究(IV)台灣產零餘子之生藥學研究。中國醫藥學院研究年報，9：330-375。
6. 林俊清，1986. 山藥。新編生藥學(第I集)，高雄醫學院出版，高雄市，pp：116-123。
7. 陳文輝，謝瑞旻，蔡媚婷，吳俊謙，邱明森，傅仰明，1993. 台灣蝴蝶蘭之品種改良。作物之遺傳育種及生理栽培研討會專集 I 。台中區農業改良場編印，PP：75-95。

8. 陳榮芳，1993. 種苗品種純度鑑定技術。 園藝種苗產銷技術研討會專集II，PP：45-58。

9. 陳福旗，李弘文，1988. 簡易澱粉膠體電泳裝置及其在同功異構酶上的應用。中華農業研究，37：24-31。

10. 張進益，1988. 山藥。經濟植物集，豐年社出版，pp：44-49。

11. 彭德昌，1988. 利用塑膠管栽培長形山藥。豐年社出版，豐年 38：49-52。

12. 楊恭毅，陳運造，1984. 楊氏園藝植物大名典：*Dioscorea* L. 薯蕷屬.pp：3274-3283。

13. 劉棠瑞，黃增泉，1962. 台灣之薯蕷屬植物。Botanical Bulletin of Academia Sinica 第三卷，台北市。

14. 劉棠瑞，黃增泉，1978. *Dioscoreaceae* 薯蕷科。Flora of Taiwan, pp：100-109。

15. 劉新裕，1989. 千里達山藥之生產能力與品質分析研究。中華農業研究，38：312-325。

16. 劉新裕，呂秀英，王昭月，賴永昌，1990. 環境因子對山藥生長與產量之影響。中華農業研究，39：287-296。

17. 劉新裕，王昭月，徐原田，段中漢，1992. 山藥台農1號之育成。中華農業研究，41：140-158。

18. 劉新裕，王昭月，宋麗梅，高介志，1993. 山藥優良品系70W04之選育、栽培與品質研究。中華農業研究，42：265-279。

19. Akoroda, M. O., 1983. Floral biology in relation to hand pollination of white yam (*Dioscorea rotundata*). Euphytica 32：831-838.

20. Bradbury, J. H. and W. D. Holloway, 1988. Chemistry of Tropical Root Crops. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. pp：27-98.

21. Brown, A. H. D. and Weir, B. S., 1983. Measure genetic variability in plant populations. In："Isozymes in Plant genetics and breeding" (Tanksley, S. D. and T. J. Orton eds.) Part A. pp：425-440. Elsevier Sci. Publ. Amsterdam.

22. Chandra, S., 1984. Tropical root crop statistics：A world perspective. In：Proceeding：sixth symposium of the International Society for Tropical Root Crops. International Potato Center. pp：41-46.

23. Chang, T. T., 1992. Availability of plant germplasm for use in crop improvement. In：Plant breeding in the 1990s. H. T. Stalker and J. P. Murphy (eds.). C. A. B. International, Qxon. pp：17-35.

24. Chen, L. F. O., 1989. Protein and isozyme markers in plant genetics. In：C. S. Chen and D. Tu.(eds.) plant Molecular Biology, Proceeding of the symposium in celebration of the 60th anniversary of academia Sinica.(In chinese) pp：93-102.

25. Datta, s. k., k. Datta, and P. C. Datta. 1982. Propagation of yam (*dioscorea composita*) through tissu culture. In : Proceeding : Tissue culture of economically important plants. pp : 90-93.
26. FAO Quarterly Bulletin of Statistics, 1993. FAO Publication. vol. 6 No. 2.
27. Gleba, Y. Y. and K. M. Sytnik, 1984. Protoplast fusion : Genetic Engineering in High Plants. Springer-Verlag,Berlin.
28. Jarret, R. L. and R. E. Litz, 1986. Isozymes as genetic markers in Bananas and plantains. Euphytica 35 : 539-549.
29. Koul, P. and R. Bhargava, 1986. Association of isoperoxidases with microspore differentiation in plants. Phytomorphology 36 : 117-120.
30. Martin, F. W., 1976. Tropical yams and their potential series. Part 1 : *Dioscor eaesculenta*, Part 2. *D. bulbifera*, Prat 3. *D. alata*, Part 4. *D. rotundata* and *D. cayenensis*. USDA Agriculture Handbook No. 457, 466, 495 and 502, respectively.
31. Morden, C. W., J. F. Doebley and K. F. Schertz, 1988. Genetic control and subcellular localization of Aconitase isozymes in Sorghum. J. Heredity 79 : 294-299.
32. Onwueme, I. C., 1978. Origin, classification, and growth cycle of the yam plant. The Tropical Tuber Crops. Pitman Press, New York. pp : 3-16.
33. Orton, T. J. 1983. Application of isozymes technology in breeding crossed pollination crops. pp : 363-376. In : S. D. Tanksley and T. J. Orton (eds.). Isozymes in plant Genetics and Breeding. Part A. Elsevier, Amsterdam.
34. Seevers, P. M., J. M. Doly and F. F. Catedral, 1971. The role of peroxidase isozymes in resistance to wheat stem rust disease. Plant Physio. 48 : 353-360.
35. Tindall, H. D., 1983. *Dioscoreaceae*. Vegetable in the Tropics. Macmillan Press London. pp : 201-224.
36. Trippi, V. S., 1971. Changes in the pattern of some isoenzymes of the corolla after pollination in *Phalaenopsis amabilis* Blume. Plant Physio. 48 : 506-508.
37. Twyford, C. T., A. M. Viana, A. C. James, and S. H. Mantell, 1990. Characterization of species and vegetative clones of *Dioscorea* food yams using isoelectric focussing of peroxidase and acid phosphatase isoenzymes. Trop. Agric. 67 : 337-341.
38. Vallejos, C. E., 1983. Enzyme activity staining. In : S. D. Tanksley and T. J. Orton (eds.), Isozymes in plant genetics and breeding. Part A. Elsevier, New York. pp : 469-516.

39. Weng, J. H. and C. Y. Chen, 1987. Carbondioxide exchange rates and isozyme patterns of some indica and japonica rice varieties. pp : 143-150. In : Proceeding of Crop Exploration and Utilization of Genetic Resources.

40. Yamaguchi, M., 1983. Yam. Vorld Vegetable. AVI publishing company. U.S.A : pp : 139-147.

Root Crop Yield Improvement, Processing and Utilization : 71～86 (1994)

Varietal Improvement of Yam (*Dioscorea* spp.)

S. Y. Liu, J. Y. Wang, Y. T. Shyu, and L. M. Song
Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

Yam is one of the most important root crops due to its high yield potential and nutritional value. It is distributed in almost every part of the tropics and subtropics and possesses a wide diversity in its genetic background. The collection of yam germplasm resources is particularly imperative to the successful varietal improvement of yam in Taiwan. A total of 90 genotypes belonging to five most productive yam species in the world, i.e., *D. alata* L., *D. esculenta* (Lour.) Burk., *D. rotundata* (L.) Poir., *D. cayenensis* Lam., and *D. bulbifera* L., and four promising species in Taiwan, i.e., *D. alata* L., *D. alata* L. var. *purpurea* (Roxb.) M. Pouch., *D. Japonica* Thunb. var. *pseudojaponica (Hay.) Yamam., and D. doryophora* Hance has been collected and propagated by Taiwan Agricultural Research Institute. A number of traits including agronomic and cytological characters, yield performance, flowering habit, isozyme patterns, disease and insect resistances, and chemical composition have been investigated on all or part of those genotypes. With the exception of a few species, e. g., *D. rotundata* varietal improvement by conventional method is difficult because of the low frequencies of flowering and seed-setting.Therefore, introduction and subsequent selection of the introduced germplasm have been adopted in the breeding programs. A new yam variety, Tainung No. 1 and a superior line, 70W04 have been selected for their high yield potential, quality, wide adaptability, long shelf life, and processing feasibility. The leaves and vines of line 70W04 are very productive and are thus recommended as good sources of summer vegetable due also to their high nutritional value and fine texture.

(Key words : yam (*Dioscorea* spp.), germplasm, breeding, agronomic traits.)

臺灣甘藷野生近緣種收集及其分布

嚴新富
省農試所嘉義農業試驗分所

摘　要

甘藷爲原產於熱帶美洲的旋花科植物，本省地處亞熱帶，就地理環境而言，非常適於甘藷栽培。由於野生旋花科植物的外形相似，不易鑑別親緣關係，實有必要詳加研究，以期能確實掌握野生種源，提供進一步的育種運用。

臺灣的旋花科植物依其形態特徵，可分成14屬58分類群，其中美麗銀背藤、天茄兒、蕹菜、甘藷、樹牽牛、葵葉蔦蘿、牽牛花、蔦蘿、白花蔦蘿、巴西牽牛、多裂魚黃草、木玫瑰及金魚花等種類爲引進的栽培種外，其餘分類群散見於全省各地平野，遺傳資源相當豐富。

就其地理分布而言：本科植物大多分布在海拔700公尺以下的平野地區，同時以南部爲主要分布中心；只有臺灣菟絲子、馬蹄金、土丁桂、白花牽牛、銳葉牽牛及紅花野牽牛等種類，可在海拔1500公尺生長；亦只有腎葉打碗花及變葉姬旋花等以北部爲主要分布中心。

又就其生態環境而言：本科植物爲好陽性植物，只有白鶴藤、亨利氏伊立基藤、掌葉牽牛及圓萼牽牛等可在森林邊緣出現，而腎葉打碗花、馬鞍藤及厚葉牽牛等爲典型的沙灘植物。

（關鍵詞：甘藷、野生近緣種、分類、分布）

前　言

甘藷爲原產於熱帶美洲的旋花科(Convolvulaceae)植物，本省地處亞熱帶，就地理環境而言，非常適於甘藷栽培。在國外有些學者曾利用甘藷野生近緣種，企圖進行甘藷的品種改良[9,12,22,26,27]，最近在善化的亞洲蔬菜研究發展中心亦積極從事甘藷與野生種的雜交研究[13]，在在都顯示野生種源對甘藷育種的重要性。

站在研究作物種源的立場上，實有必要積極進行野生旋花科種源的收集及調查，建立野生種源的基本資料，以期對將來育種工作的推展有所助益。本省野生旋花科種源相當豐富，計有13屬43分類群之多[4,7,8,15,18,19,20,21,24,25]。

本研究針對台灣的旋花科植物，在本省的地理分布及生態環境，做一個初步的探討。

材料與方法

研究材料主要是作者自全省各地採集所得，同時引用各標本館的標本資料。本研究共參考下列10個標本館資料：

1.國立臺灣大學植物系標本館。 6.國立屏東技術學院森林資源系標本館。

2.國立臺灣大學森林系標本館。 7.國立嘉義農專森林科標本館。

3.臺灣省林業試驗所標本館。 8.私立東海大學生物系標本館。

4.中央研究院植物研究所標本館。 9.國立師範大學生物系標本館。

5.國立中興大學森林系標本館。 10.私立嘉南藥專標本館。

又根據所觀察標本的標籤資料，及作者野外採集觀察的結果，製成各種類在本省的分布圖，並以此討論其地理分布及生態環境。

結果與討論

經由詳細觀察比對各標本及研究各參考文獻(1,2,3,5,6,7,10,11,14,15,16,17,18,19,20,21,23,24,25,28)，可以鑑定出本省旋花科植物共有14屬58分類群(如表一)，其中引進栽培者計有15個分類群。各分類群的鑑定可以參考附錄一、二及三所載的檢索表加以區分。

各種源間的親緣關係，站在植物分類學的觀點，可將台灣旋花科種源分成2亞科(Subfamily)，其一爲菟絲子亞科(因其爲寄生植物)，另一爲旋花亞科。在旋花亞科中，依其花粉粒是否有刺，可分成2族(Tribe)，花粉無刺者爲旋花族；有刺者爲番薯族。而在屬(Genus)以下，根據各項特徵，可再細分成爲若干亞屬(Subgenus)及組(Section)，茲將台灣旋花科各種源(包括外來種)間之系統關係，整理成表二供參考。其中甘藷的分類地位可歸在旋花亞科番薯族番薯屬番屬組，和它關係最親近者有同組的海牽牛、紅花野牽牛和豆牽牛3種。另外在野生種源中，只有掌葉牽牛和圓萼牽牛2種具有肥大的塊根；前者易罹患病毒，而後者卻稍耐甘藷蟻象。

外來種大多是經由人爲引種栽培者，雖然若干種類能在各地馴化生長(如天茄兒、蕹菜、甘藷、蔦蘿及木玫瑰)，但卻不具地理分布及生態意義，因此不列入討論範圍。茲將各本地種源的地理分布及生態環境，分別說明如下：

一、 *Argyreia* Lour. 銀背藤屬 (朝顏屬)：

1.*Argyreia acuta* Lour.[1,2]白鶴藤 (鈍葉朝顏)(圖1)：

〈*Argyreia formosana* Ishigami *ex* Yamazaki〉[20]

〈*Argyreia obtusifolia auct non* Lour.〉[15]

地理分布：台南、高雄及屏東等地有分布，數量稀少，一般在海拔700公尺以下生長。

生態環境：出現在丘陵地森林邊緣。

採集記錄：台南：楠栖　曾文水庫。高雄市：半屏山，壽山。高雄：六龜。屏東：車城　保力。

註：本種花冠明顯5深裂，且雄蕊伸出，並非 *Argyreia obtusifolia* Lour.
(花冠全緣或淺裂，且雄蕊內藏。)

二、*Calystegia* R.Brown打碗花屬(濱旋花屬)：

1. *Calystegia soldanella* (Linn.) R.Brown *ex* Roem. *et* Schult.[14]腎葉打碗花(濱旋花)(圖1)：

〈*Calystegia soldanella* (Linn.) R.Brown〉,[1,2]

〈*Calystegia soldanella* (Linn.) Roem. *et* Schult.〉[15,20,23,28]

地理分布：只在台北濱海地區出現。

生態環境：爲典型的沙灘植物。

採集記錄：台北：淡水，牛車寮；三芝：後厝庄；石門，白沙灣，富貴角，富貴角一金山，老梅；萬里　野柳；貢寮，鹽寮，福隆，澳底。基隆。

三、*Cuscuta* Linn. 菟絲子屬 (圖2)：

1. *Cuscuta australis* R.Brown[1,2,15,20,23]南方菟絲子 (菟絲子、歐洲菟絲子)：

地理分布：台北、桃園、新竹、苗栗、台中、南投、彰化、雲林、嘉義、台南、屏東、澎湖及台東等地均有分布，在本省平野地區非常容易看到，屬普遍分布種。

生態環境：一般喜歡寄生在草本植物上，好陽性。

採集記錄：台北市：關渡，士林　芝山岩，面天山。台北：淡水，牛車寮；石門；八里　觀音山；林口　林口台地。桃園：新屋　永安。新竹市：頭前溪，南寮。新竹：新豐　蓮花寺。苗栗：後龍，後龍－通宵，苑裡。台中市。台中：大甲，大肚，大肚山。南投。彰化：伸港　大肚溪口；鹿港　彰濱工業區；員林；深坑。雲林：斗六　石榴。嘉義：東石　型厝。台南：永康　鹽行。屏東市：屏東農專。屏東：枋寮；泰武　佳平。澎湖：馬公　鎖港。台東：成功　和平；太麻里　南坑。

2. *Cuscuta chinensis* Lam.[1,2,11,20,23]菟絲子：

地理分布：就本省而言，非常稀有，只在台大植物系標本館看到三份標本（採於台北、屏東）。

生態環境：不詳。

採集記錄：台北市：富田界。台北：新店。屏東：里港。

註：本物種在台灣只有日本的學者曾採到少量標本，目前是否已不復存在，尙待進一步地研究。

3. *Cuscuta japonica* Choisy[1,2,19,23]日本菟絲子 (金燈藤)

地理分布：南投：信義　東埔　彩虹瀑布，神木。

生態環境：寄生在台灣朴樹、台灣葛藤、台灣苧麻、蕁麻、駁骨丹、..等植物上。

註：本種可能爲台灣菟絲子(*Cuscuta japonica* var. *formosana*)的生態變異範圍內，

作者以爲不予單獨處理較佳。

4. *Cuscuta japonica* Choisy var. *formosana* (Hay.) Yunker[1,15]台灣菟絲子：

〈*Cuscuta formosana* Hay.〉[20]

地理分布：台中、南投、彰化、雲林、嘉義及屏東有分布，一般在1500公尺以下到淺山丘陵地。

生態環境：一般喜歡寄生在木本植物上，較喜潮濕地帶；在平野地區夏季易枯死。

採集記錄：台中：大雅。南投：埔里，大坪頂；竹山　下坪；仁愛　霧社，清境農場，蘆山；信義　神木，東埔。彰化：田中　社頭　清水岩。雲林：西螺。嘉義：竹崎　內埔－茱公山－溪心寮，水道，緞縹　鹽茶甕，灣橋；番路　埔尾；阿里山　石猴－豐山。屏東：霧台　阿禮－水濂洞。

四、*Dichondra* J.R. *et* G. Forst. 馬蹄金屬 (圖3)：

1. *Dichondra micrantha* Urban[15,28]馬蹄金：

〈*Dichondra repens* Forst.〉[1,2,23]

〈*Dichondra repens* Forst. var. *micrantha* (Urban) F.Y.Lu〉[20]

地理分布：台北、桃園、台中、南投、嘉義、台南、屏東及花蓮等地有分布，因極爲常見且植株矮小而引不起植物學家的青睞，故採集標本很少，分布圖看起來較爲偏頗，一般在1500公尺以下到海邊均可生育。

生態環境：較喜潮濕地域。

採集記錄：台北市：陽明山，台大，金平山，北投，士林　芝山岩，南港。台北：三芝　北新莊；石門　白沙灣；八里　觀音山。桃園：中壢。台中市：教師會館。台中：新社。南投：仁愛，眉溪，關刀溪，盧山溫泉。嘉義市：嘉義農業試驗分所。嘉義：東石；竹崎　四大天王山；中埔　中崙；大埔　頂坪林。台南：白河　仙草埔大仙寺；柳營　尖山埤水庫；麻豆　鎮上。屏東市：中正國小，屏東農專校園。屏東：小琉球。台東：蘭嶼，台電核能廢料場。花蓮：壽豐　鹽寮。

五、*Erycibe* Roxb. 伊立基藤屬(丁公藤屬)：

1. *Erycibe henryi* Prain[1,15,20,23]亨利氏伊立基藤(台灣丁公藤) (圖4)：

地理分布：台北、新竹、苗栗、台中、南投、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東及台東等地均有分佈，就本省而言，屬廣泛分布的種類，一般在海拔700公尺以下的丘陵地。

生態環境：雖長於森林邊緣，但好陽性強，往往爬到樹冠層。

採集記錄：台北市：景美　仙跡岩，士林　芝山岩，公館　蟾蜍山，姆指山，南港　南港山－姆指山，尾山。台北：瑞芳　金瓜石；貢寮　福隆山；中和　南勢

角；新店　文山，灣潭；石碇　皇帝殿；平溪；坪林　金瓜寮；烏來，孝義；三峽　滿月圓瀑布，五寮尖。基隆：情人湖。新竹：新埔。苗栗：三義。台中市：大坑。台中：豐原　豐原高球場。南投：魚池　蓮花池；埔里　能高瀑布；鹿谷　溪頭；竹山；仁愛　關刀溪。彰化：田中　社頭清水岩。雲林：古坑　樟湖。嘉義：竹崎　觀音瀑布；梅山　科仔林；番路　大湖尖山下，總興；大埔　頂坪林　蝙蝠洞，南寮；阿里山　石桌－湖底，草山。台南：東山　青山　嵌頭山，大凍山。　高雄市：柴山。高雄：甲仙　白雲山；民族－新店。屏東：獅子　壽卡，里龍山，北里龍山；車城　保力；恒春　墾丁，社頂；滿州　老佛山，南仁湖，南仁山；牡丹　牡丹灣。台東：成功　成廣灣；金峰　比魯溫泉；蘭嶼　紅頭山；綠島。

六、*Evolvulus* Linn. 土丁桂屬：

1.Evolvulus alsinoides (Linn.) Linn.[1,11,16,20,28]土丁桂 (圖5)：

〈*Evolvulus alsinoides* Linn.〉[2,15]

地理分布：台北、台中、南投、彰化、台南、高雄、屏東、澎湖及台東等地均有分布，海邊族群較多，亦可分布到海拔1000公尺左右山地。

生態環境：可為海邊植物，亦可生長在草生地。

採集記錄：台北：瑞芳　鼻頭角；貢寮　福隆-大溪　來來；八里　大竹圍。基隆。台中：大肚山。南投：仁愛　霧社　春陽山；信義　拔社埔。彰化：八卦山。台南：左鎮　山豹；嘉南。高雄：大樹　九曲堂；鳳山　雞母山；桃源　藤枝。屏東：春日　浸水營，大漢林道，枋山溪　茶茶牙賴山；車城　四重溪；恆春，鵝佳公路，墾丁，大尖石山，鵝鑾鼻，貓鼻頭，龍坑，風吹砂，力張社；滿州　佳洛水，南山，分水嶺；牡丹　旭海；小琉球。澎湖：馬公　風櫃，五德；湖西　中西；白沙　通梁；西嶼　小門；七美，西湖。台東：機場；東河　都蘭；成功　新港，三仙台；大武　巴望衛。

2.*Evolvulus alsinoides* (Linn.) Linn. var. *rotundifolia* Hay.[1]圓葉土丁桂

可能是土丁桂的生態型變異範圍中，以變種處理似乎又不太妥當。亦有作者認為其原種族群的變異性很大，而採廣義的種(Austin, 1980)。

七、*Hewittia* Wight *et* Arnott　吊鐘藤屬 (豬菜藤屬)：

1.*Hewittia sublobata* (Linn.f.) O.Ktze.[1,2,11]吊鐘藤(豬菜藤) (圖6)：

〈*Helwittia sublobata* (Linn.f.) O.Ktze. 屬名拼字錯誤〉[15,20]

地理分布：本省只產於屏東的恆春半島及台東兩地，從海邊分布到丘陵地帶。

生態環境：多陽光的平野地帶。

採集記錄：屏東：車城　四重溪，保力公園；恆春　墾丁公園，香蕉灣，鵝鑾鼻；滿州　港口，永靖(射麻)。台東：成功　新港；蘭嶼：東清，野銀－東清，沿海公路。

八、 *Ipomoea* Linn. 牽牛花屬(番薯屬)：

1. *Ipomoea biflora* (Linn.) Pers. 白花牽牛 (心萼薯)(圖7)：

〈*Ipomoea plebeia* R.Brown〉[20]

〈*Ipomoea sinensis* (Desr.) Choisy〉[15,28]

〈*Aniseia biflora* (Linn.) Choisy〉[1,2]

地理分布：台北、新竹、苗栗、台中、南投、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東、澎湖、台東及花蓮等地，從海邊至海拔1500公尺均有分布。

生態環境：陽光充裕的曠野及海灘均可生長。

採集記錄：台北：中和　南勢角；大屯山；草山；士林；北投。新竹：新埔　莊新埔；峨眉　月眉。苗栗：後龍；大湖　社寮角。台中市：大肚山。台中：龍井　大肚斷崖；霧峰　烏溪；和平　谷關。南投：魚池　日月潭；仁愛　梅峰，關刀溪，廬山溫泉，霧社；信義　和社。彰化：員林　東北里。雲林：麥寮　施厝寮；台西；虎尾　五間厝；斗六；斗南。嘉義市：水源地。嘉義：東石；義竹－布袋；民雄　豐收；番路　內甕國小；大埔　後大埔，頂坪林。台南市：安平。台南：後壁；白河　山腳，白水溪；東山；北門；新化　新化林場。高雄市：旗津。高雄：桃源　梅山。屏東：來義；內埔　豐田；車城，保力；恆春　墾丁，龜仔角，鵝鑾鼻；小琉球。澎湖：白沙　通梁，後寮；西嶼　池東　蔡裡，南竹灣。台東：太麻里　金崙。花蓮。

註：本種花粉粒具刺，放在心萼薯屬(*Aniseia* ，花粉粒無刺)並不恰當。

2. *Ipomoea carica* (Linn.) Sweet[1,2,11,15,20,28]番仔藤(五爪金龍) (圖8)：

地理分布：台北、桃園、新竹、苗栗、台中、南投、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東、澎湖、花蓮及宜蘭等地均有分布，一般在海拔700公尺以下生長。

生態環境：多陽光的曠野。

採集記錄：台北市：蟾蜍山，北投，士林　芝山岩，石角庄，南港　中研院　水源地，台大，木柵　政大後山。台北：淡水；八里　觀音山；蘆州；新店　灣潭；石碇　皇帝殿山。桃園：新屋　永安。新竹：新豐　蓮花寺；竹東　油羅溪；尖石。苗栗：後龍。台中市：中興大學校園，東海大學。台中：龍井　大肚溪。南投：魚池　日月潭；埔里。彰化：員林　員林農工。雲林：水林　土間厝；斗六；古坑　樟湖　石橋。嘉義市：嘉義農業試驗分所。嘉義：東石；梅山　安靖瀑布。台南市：四草，小北路。台南：後壁；

白河　關子嶺；柳營　尖山埤水庫；新化　新化林場；永康　鹽行；仁德　嘉南藥專校區，保安，二層行溪。高雄市：澄清湖。高雄：大湖；田寮　月世界；甲仙　大邱園。屏東市：屏東農專北校區。屏東：麟洛。花蓮：海邊。宜蘭：壯圍海灘。

註：本種在台灣不易結籽，主要以無性繁殖來擴展分布範圍；又其花色以紫色爲主，顏色深淺有別，甚至出現白花個體，但因呈連續變化，故不能以品型予以區隔。

3. *Ipomoea digitata* Linn.[1,15,20]掌葉牽牛(七爪龍)(圖8)：

〈*Ipomoea mauritiana* Jacq.〉

地理分布：台北、宜蘭、高雄及屏東等地分布，一般生長在海邊。

生態環境：多生長在海岸林緣。

採集記錄：台北：貢寮　福隆；瑞芳　和平－鼻頭角。基隆：和平島。高雄：左營　半屏山。屏東：獅子　里龍山；車城　保力林場；恆春墾丁，龜仔角，鵝鑾鼻；牡丹　牡丹灣；小琉球。台東：成功　新港。宜蘭：頭城　龜山島。

註：有些作者認爲 *I. mauritiana* Jacq.與 *I. digitata* Linn.不同種(Austin,1980; Fosberg & Sachet, 1977)。另外本種具塊根，但因全株光滑無毛，易受蚜蟲等媒介昆蟲傳染病毒；且冬季會落葉。

4. *Ipomoea gracilis* R.Brown[1,15,20]海牽牛(南沙薯藤)(圖9)：

〈*Ipomoea littoralis* Blume〉[28]

地理分布：宜蘭、花蓮、台東及屏東等地，大多生長在海邊。

生態環境：可在沙灘及海邊曠野生長。

採集記錄：屏東：恆春　新泉山，鵝鑾鼻，墾丁，大尖石；滿州　港口；牡丹　旭海(牡丹灣)；小琉球。台東：東河　都蘭；大武　巴塱衛；蘭嶼，紅頭，紅頭－野銀，紅頭－天池，紅頭溪，龍門，東清溪，三道溝，椰油國小，野銀－東清，望南山，椰油－望南峰；綠島。花蓮：壽豐　鹽寮，大坑。宜蘭：蘇澳；太平山入口附近。

註：有些作者認爲 *I. littoralis* Blume與 *I. gracilis* R.Brown不同種(Austin, 1980; Fosberg & Sachet, 1977);但亦有人認爲兩者相同(方&黃, 1979; Chang, 1978; Walker, 1976)。

5. *Ipomoea hederacea* (Linn.) Jacq.[10,15]美洲牽牛花 (碗仔花)(圖9)：

〈*Ipomoea hederacea* Jacq.〉[28]

〈*Pharbitis hederacea* (Linn.) Choisy〉

地理分布：台中、南投、雲林、嘉義、台南及屏東等地，一般生長在平原地帶。

生態環境：在陽光充裕的田野生長。

採集記錄：台北市：公務員訓練班。台中市：東海大學，東海別墅，遠東城，台中農校。彰化：員林　東北里。 雲林：斗六；斗南；古坑　圳頭。嘉義市：水源

地。嘉義：東石；民雄，豐收；水上；中埔　中崙　鳥嘴尖山。台南：後壁；痲豆。屏東：內埔　豐田；建興村；鰲峰山。

6.*Ipomoea hederacea* (Linn.) Jacq. forma *albiflora* Yen, *f.nov.* 白花美洲牽牛

目前只在嘉義縣民雄鄉豐收村田邊發現白花的品型。

7.*Ipomoea indica* (Burm.) Merr.[16,23]銳葉牽牛 (變色牽牛) (圖10)：

〈*Ipomoea indica* (Burm.f.) Merr.〉[11]

〈*Ipomoea acuminata* (Vahl) Roem. *et* Schult.〉[15,20,28]

〈*Pharbitis indica* (Burm.) R.C.Fang〉[1]

地理分布：台北、宜蘭、苗栗、台中、南投、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東、台東及花蓮等地均有分布，可從海邊一直延伸到海拔1500公尺處生長。

生態環境：在陽光充裕的曠野地區生長。

採集記錄：台北市：草山，士林　石角社，南港，松山，台北醫學院，六張犁，台大校園，木柵，竹子湖。台北：淡水；淡水－金山；三芝；石門，白沙灣－金山；八里；新店，劍潭山，龜山。基隆：和平島，社寮角，彭佳嶼，基隆島。苗栗：竹南；三義　火炎山；大湖，二本松。台中市：大肚山。台中：后里　泰安；豐原　高球場；和平　大雪山林道，梨山。南投；魚池　日月潭，水社；埔里　觀音瀑布－埔里；竹山；仁愛　蘆山，蘆山溫泉，霧社，眉溪；信義　和社，東埔，和社－神木。雲林：古坑　桂林，樟湖，古坑農場。嘉義市：八掌溪旁，嘉義農業試驗分所，水源地。嘉義：竹崎　松腳，內埔，舊社，茄苳；番路，阿里山公路29公里處，埔尾，社口；大埔　頂坪林，茶山；阿里山，湖底，新美，草山。台南：白河　關子嶺；東山　仙公廟－嵌頭山；楠栖　曾文水庫。高雄：美濃　雙溪；甲仙　白雲山；桃源　梅蘭，南橫　天池；茂林，扇平；六龜　六龜農場，火炎山。屏東：三地　口社溪，三地門；高樹　大津瀑布；內埔　老埤；來義；泰武；恆春　墾丁公園；滿州　長樂村。台東：卑南　知本，知本溫泉；金峰　比魯溫泉；太麻里　金崙；蘭嶼，仁桃村，紅頭村，紅頭－朗島，永興農場－野銀，機場。花蓮市。花蓮：瑞穗　奇美；玉里；秀林　盤石－奇萊，板平－龍澗，嵐山土場。宜蘭：頭城，北關，大里。

註：因其柱頭三裂，子房三室，有人主張另外歸在*Pharbitis*屬中(方&黃，1979)

8.*Ipomoea indica* (Burm.) Merr. forma *albiflora* Stone[16]白花銳葉牽牛：

〈*Ipomoea acuminata* (Vahl) Roem. *et* Schult. forma *albiflora* (Stone) Walker et Tawada〉[28]

目前只在嘉義縣番路鄉阿里山公路29公里處發現白花品型。

9.*Ipomoea lacunosa* Linn.[10,28]豆牽牛：

目前只在雲林縣斗南鎮鐵路穀倉採集到一份標本，可能是隨著進口雜糧夾帶而來的雜

草種子。

10. *Ipomoea macrantha* Roem. *et* Schult.[11,16]圓萼天茄兒(管花薯)(圖10)：

〈*Ipomoea tuba* (Schlcht.) G.Don〉[1,15,20]

地理分布：只有在屏東曾有採集記錄，生長在海邊。

生態環境：爲一種海岸林緣生長的植物。

採集記錄：屏東　恆春　墾丁，船帆石，香蕉灣，鵝鑾鼻；小琉球。

註：本種爲晚上開花植物，其花冠在太陽初昇時即行萎凋。

11. *Ipomoea obscura* (Linn.) Ker-Gawl.[1,11,15,16,20]野牽牛(小心葉薯) (圖11)：

地理分布：台北、台中、南投、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東、澎湖及台東等地，一般生長在平原。

生態環境：多陽光的田野地帶，是一種常見雜草。

採集記錄：台北：石碇。台中市：東海大學，中興嶺－大坑。南投：信義－水里。彰化：員林　東北里；線西。雲林：斗六。嘉義市：嘉義農業試驗分所，嘉義農專，蘭潭。嘉義：東石；水上；番路　內甕國小。台南市：四草。台南：白河　仙草埔，關子嶺，山腳；東山；柳營　尖山埤水庫；左鎮，山豹；楠栖－甲仙；新化，新化林場；新市；仁德　二層行溪。高雄市：左營，壽山，旗津，澄清湖。高雄：田寮　月世界；楠梓　南仔坑；鳳山，雞母山；旗山；美濃；甲仙　番薯寮－手巾寮；六龜。屏東市：屏東農專北校區，中正國小。屏東：高樹　大津；內埔　老埤；枋寮，水底寮－新開；枋山-楓港；霧台　阿禮；泰武；恆春，墾丁，香蕉灣；滿州　分水嶺；牡丹　旭海；小琉球　琉球國中。台東：卑南　知本，知本溪；太麻里　金崙。

12. *Ipomoea pes-caprae* (Linn.) R.Brown[11,14]馬鞍藤 (厚藤、二葉紅薯) (圖12)：

〈*Ipomoea pes-caprae* (Linn.) Sweet〉[1,2,20,23]

〈*Ipomoea pes-caprae* (Linn.) R.Brown ssp. *brasilliensis* (Linn.) Ooststst.〉[16,28]

〈*Ipomoea pes-caprae* (Linn.) Sweet ssp. *brasilliensis* (Linn.) Ooststst.〉[15]

地理分布：台北、桃園、新竹、苗栗、台中、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東、澎湖、台東及宜蘭等地，只在海邊到平地的河邊生長。

生態環境：爲一種典型的沙灘植物，亦可在近海的開闊地生長。

採集記錄：台北：淡水；石門－野柳；貢寮　福隆；八里　挖子尾。基隆：和平島，基隆嶼。桃園：新屋　永安。新竹市：頭前溪，南寮。新竹：新豐　蓮花寺。苗栗：後龍。台中：梧棲　台中港；清水－清泉崗。彰化：鹿港，福興　福寶。雲林：麥寮　施厝寮；西螺。嘉義市：八掌溪。嘉義：東石，山寮；義竹-布袋。台南市：四草，灣裡。台南：七股；將軍　馬沙溝。高雄市：高雄灣。高雄：茄萣；甲仙　大邱園。屏東：枋山　楓港；車城　四

重溪；恆春，墾丁，南灣，香蕉灣，鵝鑾鼻；滿州　港口，佳洛水，南仁鼻；牡丹　旭海；小琉球。澎湖：馬公，白沙灣；湖西　中西，龍門；七美。台東：太麻里　金崙，南坑；大武；蘭嶼，紅頭，野銀－紅頭，漁人溪；綠島。宜蘭：壯圍；蘇澳　粉鳥林。

註：有人以葉片先端微凹或深二裂分成2亞種--subsp. *pes-caprae* (東方亞種)及subsp. *brasiliensis* (西方亞種)(Austin, 1980； Chang, 1978; Fosberg & Sachet,1977)，但亦有認爲此變化爲連續性變異且特徵不穩定，不易明顯區隔開 (方&黃,1979)。

13. *Ipomoea pes-tigridis* Linn.[1,15,20]虎掌藤 (九爪藤)(圖13)：

地理分布：台中、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄及屏東等地，從平野至海邊均有分布。

生態環境：可在近海沙灘及平原開闊地生長。

採集記錄：台中市：柳川溝邊。彰化：芳苑　後寮。雲林：麥寮。嘉義市：嘉義農業試驗分所。嘉義：民雄　松腳，秀林，雙福。台南市：安平，龍角國小。台南：七股　篤加；新化，新化林場；永康　中華路頭；台南-旗山；仁德，嘉南藥專，保安，糖廠。高雄市：旗津，左營。高雄：鳳山　雞母山；旗山　嶺口，佛光山；大社　觀音山。屏東市：六塊厝，歸來。屏東：九如；枋山；車城　保力；恆春，墾丁；小琉球。

註：本種一般在大清早開花，太陽出來時花冠就已凋萎；另外在冬季低溫時期，其花冠並不會展露，不開花而直接結果。

14. *Ipomoea polymorpha* Roem. *et* Schult.[1,15,20,28]變葉立牽牛(羽葉薯)(圖13)：

地理分布：彰化、雲林、嘉義、台南、高雄及澎湖等地海邊生長。

生態環境：海岸防風林下沙灘。

採集記錄：彰化：和美－線西。雲林：虎尾。嘉義：義竹　五間厝。台南市安平。高雄：茄萣　崎漏。澎湖：白沙　通梁；馬公　鎖港。

15. *Ipomoea staphylina* Roem. *et* Schult.[1,11,15,20]圓萼牽牛(海南薯) (圖14)：

地理分布：只有在台中及嘉義縣地區，在本省是一種稀有植物。

生態環境：出現在丘陵地森林邊緣。

採集記錄：台中：石岡　土牛。嘉義市：蘭潭。嘉義：竹崎　沙坑仔，木柵寮；番路　仁義潭－蘭潭；中埔　沄水；大埔。

註：本種具塊根，根據作者觀察對甘藷蟻象似有抗性，值得進一步研究。

16. *Ipomoea stolonifera* (Cyrill.) J.F.Gmel.[1,11,15,20,28]厚葉牽牛(假厚藤)(圖14)：

地理分布：台北、苗栗、雲林、屏東及澎湖等地海邊，數量稀少。

生態環境：爲典型的沙灘植物。

採集記錄：台北：石門　白沙灣，老梅；金山。苗栗：後龍　龍港。雲林：北港；台西　林厝寮；四湖　三條崙。屏東：內埔　老埤；林邊；車城　海口，海口

－射寮－後灣；恆春　墾丁，龜子角，南灣，鵝鑾鼻，風吹沙；滿州　九棚；牡丹　牡丹灣。澎湖：馬公，山水，鎖港，白沙灣，風櫃；湖西　裡正角，龍門；白沙　後寮。

17. *Ipomoea trifida* (H.B.K.) G.Don[25]大星牽牛(圖15)：

地理分布：彰化、南投、雲林及屏東等地平野有分布，為一新歸化植物。

生態環境：日照充足的曠野。

採集記錄：南投：名間。彰化：溪洲。雲林：斗六。屏東：枋山　楓港；滿州　南仁山。

註：本種為歐辰雄先生發表之新記錄植物(Ou,1987)，但根據作者詳細觀察比對標本之後，認其只依花冠之大小，來區分本種及紅花野牽牛(*I. triloba*)，並不十分恰當，故作者不承認本種在台灣有採集記錄。

18. *Ipomoea triloba* Linn.[1,10,11,15,16,20,28]紅花野牽牛 (三裂葉薯)(圖15)：

地理分布：台北、苗栗、台中、南投、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東及台東等地，從海邊到海拔1500公尺均有分布。

生態環境：需要充足日照的曠野，是一種常見雜草。

採集記錄：台北市：台大，南港　中研院。苗栗：竹南。台中市：東海牧場，台中農校。台中：豐原　高球場。南投：竹山。彰化：員林　東北里。雲林：斗六；古坑　古坑農場。嘉義市：嘉義農業試驗分所。嘉義：民雄　豐收；番路　內甕國小；大埔　頂坪林；阿里山海拔370m處。台南市：四草。台南：後壁；楠栖　曾文水庫；新化；新市；台南－旗山；仁德。高雄市：壽山，柴山。高雄：田寮　月世界；旗山；六龜，新威，寶來，六龜－美濃；茂林扇平。屏東市：中正國小，六塊厝。屏東：高樹　大津；內埔老埤，豐田；萬鑾　萬金莊；泰武；枋寮；枋山　楓港；車城　四重溪，保力，保力林場；恆春　墾丁，水泉，船帆石，恆春－九棚，鵝鑾鼻；滿州　南仁山，港口，分水嶺；牡丹，牡丹水庫，旭海；小琉球。台東：卑南　知本。

19. *Ipomoea triloba* Linn. forma *albiflora* Yen, *f. nov.* 白花野牽牛

目前只在台北市南港中央研究院發現白花的品型 (C.C.Wang 748, HAST)。

九、 *Jacquemontia* Choisy **娥房藤屬 (小牽牛花屬)** (圖16)：

1. *Jacquemontia paniculata* (Burm.f.) Hall.f.[1,2,11,15,20]娥房藤(小牽牛花， 假牽牛)：

地理分布：桃園、台中、南投、雲林、嘉義、台南、高雄及屏東均有分布，而以南部為主要產地，一般在海拔700公尺以下的平野地區。

生態環境：多陽光的平野地帶。

採集記錄：台中市：大肚山，東海工業區。南投：信義　陳有蘭溪。雲林：古坑　大尖

山。嘉義：番路　牛埔仔；大埔　後大埔。台南：東山　田寮仔；左鎮　山豹；楠栖　曾文水庫；新化　新化林場。高雄市：半屏山，壽山。高雄：阿蓮　大崗山；岡山　小崗山；內門；六龜。屏東：高樹　大津；里港　阿里港；來義；枋寮　水底寮－新開；枋山，枋山溪；車城　保力，保力林場；恆春　南灣，鵝鑾鼻；小琉球。

2. *Jacquemontia tamnifolia* (Linn.) Griseb.[10,24,28]藍花娥房藤：

地理分布：就本省而言，只在台北、宜蘭、台中及雲林有採集記錄，屬於新歸化植物。

生態環境：多陽光的平野地帶。

採集記錄：台北：八里。台中市：東海大學。雲林：斗南。宜蘭：冬山。

十、*Lepistemon* Blume 鱗蕊藤屬 (鮮蕊藤屬)：

1. *Lepistemon binectariferum* (Wall. *ex* Roxb.) O.Ktze. var. *trichocarpum* (Gapnep.) Ooststt.[15,21]鱗蕊藤 (鮮蕊藤) (圖6)：

地理分布：就本省而言，只產於台東的蘭嶼，非常稀有。

生態環境：路旁陽光充足之處，匍匐地面生長。

採集記錄：台東：蘭嶼　紅頭村－氣象站，紅頭村－橫貫公路，天池。

十一、*Merremia* Dennst. 菜欒藤屬(魚黃草屬)：

1. *Merremia gemella* (Burm.f.) Hall.f.[1,15,16] 菜欒藤 (金花魚黃草)(圖 17)：

〈*Merremia hederacea* (Burm.f.) Hall.f. var. *radicans* (Blume) F. Y.Lu〉[20]

地理分布：台北、宜蘭、台中、南投、彰化、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東及台東等地均有分布，而以南部為主要中心，一般在海拔700公尺以下之平野地區生長。

生態環境：好陽性強，可匍匐地面或纏繞他物生長。

採集記錄：台北市：草山。台北。台中。南投：牛轀轆。彰化。雲林：斗六。嘉義市：嘉義農業試驗分所。嘉義：番路　內甕國小，社口，總興　水井橋；中埔　沄水；大埔　後大埔。台南：北門；西港；後壁；後壁－白河；麻豆；官田，烏山；白河　關子嶺，白水溪；楠栖　曾文水庫；台南－旗山。高雄市：壽山。高雄：蔦松；美濃；旗山，嶺口，佛光山；茂林，藤枝。屏東：高樹　大津瀑布；內埔　老埤；萬巒　萬金；三地　口社溪，三地門；霧台　知本工寮－小鬼湖；泰武；來義；枋山－楓港；獅子　里龍山；車城　四重溪，竹社(保力)，保力林場；恆春　墾丁，社頂，大山母山，香蕉灣，貓鼻頭，鵝鑾鼻；滿州　南仁山；牡丹；小琉球　琉球國中。台東：達仁　安塑。宜蘭：礁溪。

1. *Merremia hèderacea* (Burm.f.) Hall.f.[1,2,10,11,15,16,20,28]卵葉姬旋花 (籬欄網，魚黃草) (圖

18)：

地理分布：台中、雲林、嘉義、台南、高雄及屏東等地有分布，數量不多，大多在南部的平野地帶生長。

生態環境：同上。

採集記錄：台中市：大肚山，東海大學。台中：龍井。雲林：斗六。嘉義市：嘉義農業試驗分所，蘭潭。嘉義：民雄，豐收；番路　內甕國小，社口；水上。台南：西港；白河　山腳；東山；新營。高雄市：半屏山。高雄：旗山。屏東：內埔　老埤；萬巒　萬金；車城　保力。

註：本種為台灣中南部田間雜草，一般植物分類學家不曾注意去採集，因此標本少且山區罕見，而被誤認定為台灣的稀有植物(徐& 呂，1984；賴，1991)。

3. *Merremia hirta* (Linn.) Merr.[1,15,20]變葉姬旋花 (毛山豬菜)(圖18)：

地理分布：台北、桃園及新竹有分布，數量少，多生長在丘陵地。

生態環境：多陽光的平野地帶。

採集記錄：台北：淡水。桃園：八德　八塊庄，大舍溪。新竹：新豐　蓮花寺；湖口。

4. *Merremia quinata* (R.Brown) Ooststr.[1,15,20]掌葉姬旋花(指葉山豬菜)(圖19)：

地理分布：台中、雲林、嘉義及高雄等地有分布，數量稀少，大多生長在丘陵地及平野。

生態環境：同上。

採集記錄：台中：大肚山。雲林：斗六　崁腳。嘉義：大埔　後大埔。高雄：岡山　阿公店；甲仙　番薯寮－ 甲仙埔。

註：本種在台灣只有日本學者的採集記錄，台灣光復後未有採集記錄，必需進一步研究其分布地區及生態環境。

5. *Merremia similis* Elmer[15,20]紅花姬旋花 (圖19)：

地理分布：就本省而言，只產於屏東的滿州，非常稀有。

生態環境：長於森林邊緣，但亦好陽光。

採集記錄：屏東：滿州　分水嶺。

6. *Merremia tridentata* (Linn.) Hall.f. ssp. *hastata* (Ders.) Ooststr. [1,15,20]戟葉菜欒藤 (尖萼魚黃草) (圖20)：

〈*Merremia tridentata* (Linn.) Hall.f.〉[11]

地理分布：台中、南投、彰化、嘉義、高雄、屏東及台東等地有分布，數量不多，從平地到1,000公尺的山地均可生長。

生態環境：多陽光的開闊地。

採集記錄：台中市：北屯　軍功寮。彰化：員林　東北里。南投：中興新村；仁愛　眉原，關刀溪；信義　和社溪。嘉義市：蘭潭。嘉義：民雄　松腳；番路　內甕國小；大埔　茶山。高雄：鳳山　雞母山；大社　觀音山；美濃　雙

溪；茂林；桃源　石山。屏東：高樹　大津；內埔　老埤，豐田；萬巒　萬金；三地　三地門；來義；枋寮　水底寮-新開。台東：太麻里；卑南　知本林道。

註：有人認爲本種植物在亞種及變種間，存在形態上的多型性，並不容易明顯地區分亞種或變種的界限(Austin,1980)

7.*Merremia umbellata* (Linn.) Hall.f. ssp. *orientalis* (Hall.f.) Ooststt.[1]毛姬旋花 (山豬菜) (圖20)：

〈*Merremia umbellata* (Linn.) Hall.f.〉[2,11,15,20]

〈*Merremia umbellata* (Linn.) Hall.f. var. *orientalis* Hall.f.〉[16]

地理分布：就本省而言只在高雄的扇平有採集記錄，非常稀有。

生態環境：路旁陽光充足處，攀援在其他植物上。

採集記錄：高雄：茂林　扇平－南鳳山。

註：本物種分布在泛熱帶地區，有人以其分布地域分成二亞種，其一爲subsp. *umbellata*，分布在熱帶美洲；其一爲subsp. *orientalis*，分布在東非及熱帶亞洲(方& 黃，1979；Fosberg & Sachet，1977)；但有人採用廣義物種的觀念，不再區分成兩個亞種 (Austin，1980；Chang，1978；Lu，1973)

十二、 *Operculina* S.Manso 盒果藤屬：

1.*Operculina turpethum* (Linn.) S.Manso[1,2,15,16,20,28],盒果藤(圖21)：

地理分布：雲林、嘉義、台南、高雄及屏東等地有分布，數量多，一般在南部的平野地帶生長。

生態環境：多陽光的曠野。

採集記錄：雲林：北港；斗六　石榴。嘉義：義竹－鹿草；大埔。台南：西港；後壁；後壁－白河；東山；六甲　大邱園；麻豆；隆田　官田－烏山頭；左鎭，茱寮；楠栖；南化　南化－內門；新市；旗山－台南；省一號公路。高雄市：中山大學，壽山。高雄：阿蓮　大崗山；旗山　番薯寮　廣溪別墅。屏東市。屏東：內埔　老埤；竹田　東大中學；枋寮；枋山；恆春，東埔厝，鵝鑾鼻；小琉球。

十三、 *Stitocardia* Hall.f. 大萼旋花屬 (腺葉藤屬)：

1.*Stitocardia tiliaefolia* (Desr.)Hall.f.[1,28]大萼旋花(腺葉藤)(圖22)：

〈*Stitocardia tiliifolia* (Desr.) Hall.f.〉[11,15,20]

〈*Stitocardia campanulata* (L.) Merr.〉[16]

地理分布：南投、雲林、嘉義、台南、高雄、屏東及台東的蘭嶼等地有分布，一般在丘陵及平野生長。

生態環境：多陽光的曠野，尤喜近河邊的開曠地。

採集記錄：南投：集集；竹山－南投；水里。雲林：林內。嘉義：竹崎－觀音瀑布；番路　埔尾；中埔　中崙；大埔。台南：西港；麻豆；白河　關子嶺；楠栖　曾文水庫；南化　關山。高雄：內門　木柵；美濃，月光山；六龜，六龜－大津；甲仙，番薯寮－荖濃。屏東：高樹　大津；車城　保力，保力農場；恆春　墾丁，大山母山，龍泉水，鵝鑾鼻；滿州　南仁山；牡丹　旭海；小琉球。台東：蘭嶼，紅頭村－朗島，雙獅岩，朗島，永興－野銀。

註：有人認為*S. campanulata*與*S. tiliaefolia*不同種(Austin, 1980)；但亦有人承認兩者相同 (方& 黃，1979；Chang，1978；Fosberg & Sachet，1977；Lu，1973)。

綜合上述結果，可歸納為下列三項說明：

一就海拔分布而言：本科植物大多分布在海拔700公尺以下的平野地區，只有台灣菟絲子、馬蹄金、白花牽牛、銳葉牽牛及紅花野牽牛等可到達海拔1,500公尺的山區。

二就水平分布而言：本科植物以南部為分布中心，亦有全省分布者，如南方菟絲子、亨利氏伊立基藤、銳葉牽牛、番仔藤、馬鞍藤及白花牽牛；但只有腎葉打碗花及變葉姬旋花以北部為分布中心。

三就生態環境而言：本科植物為好陽性植物，只有白鶴藤、亨利氏伊立基藤、掌葉牽牛、圓萼牽牛及圓萼天茄兒可在森林邊緣出現，而腎葉打碗花、土丁桂、馬鞍藤及厚葉牽牛卻為典型的沙灘植物。

最後必需說明的就是，由於目前各標本館所採集的地區不平均，致使像宜蘭、花蓮、新竹、苗栗、彰化、桃園及雲林等地的採集記錄偏少，往往會造成在做地理分布研究時的誤導。希望今後植物分類學者，能更進一步地廣泛採集，避免集中少數幾個地點採集，留給後學者更完整的採集記錄。

誌　謝

本研究承蒙行政院農業委員會經費的補助(77－農建－7.1－糧－108)，及各植物標本館的惠予方便，謹此表達個人由衷的謝意。

參考文獻

1. 方瑞征、黃素華. 1979. 旋花科. 中國植物志 64(1)：1-153. 科學出版社.北京。
2. 中國科學院北京植物研究所 (主編) 1974. 中國高等植物圖鑑. Vol. 3：521-542. 北京。
3. 杜賡甡、洪立. 1975. 草花名彙集.國立臺灣大學園藝系. 臺北. 頁：59-60。
4. 徐國士、呂勝由. 1984. 台灣的稀有植物. 台灣自然大系12. 渡假出版社. 頁：166. 台北。

5. 陳德順、胡大維. 1976. 臺灣外來觀賞植物名錄. 著者發行. 臺北. 頁：326-328。
6. 黃增泉. 1993. 植物分類學—台灣維管束植物科誌. 國立編譯館. 台北. 頁：351-353。
7. 劉業經、呂福原. 1972. 旋花科. 中山科學大辭典. 第八冊. 植物學. 臺灣商務印書館. 臺北. 頁：819-823。
8. 賴明洲. 1991. 台灣地區植物紅皮書--稀有及瀕危植物種類之認定與保護等級之評定. 行政院農業委員會八十年生態研究第12號. 頁：32-33. 台北。
9. 西山市三. 1959. 北米 および メキシコ より導入した甘藷と その近緣植物. 育種學什誌. 9：73-78。
10. 長田武正. 1972. 日本歸化植物圖鑑. 北隆館. 東京. 頁：80-85。
11. Austin, D. F. 1980. Convolvulaceae. *In*: Dassanayake, M. D. & F. R. Fosberg (eds.) A Revised Handbook of the Flora of Ceylon. Vol. 1：288-363. Amerind Publishing Co., New Delhi.
12. Austin, D. F. 1988. The taxonomy, evolution and genetic diversity of sweet potatoes and related wild species. *In*: C. I. P. (publish) Exploration, Maintenance, and Utilization of Sweet Potato Genetic Resources. Lima. Peru. PP. 27-59.
13. AVRDC 1986. Evolution of the breeding value of 5 × interspeciti hybrids.(unpublished)
14. Bailey, L. H. & E. Z. Bailey. 1976. Hortus Third. MaCmillan Publishing Co., New York.
15. Chang, C. E.1978. Convolvulaceae. *In*: Li, H. L. *et al* (eds.) Flora of Taiwan. Vol. 4: 349-389. Epoch Publish Co., Taipei. R.O.C.
16. Fosberg, F. R. & M. H. Sachet. 1977. Flora of Micronesia, 3: Convolvulaceae. Smithsonian Institution Press, Washinton.
17. Heywood, W. H. 1979. Flowering Plants of the World. Oxford, London. PP. 229-230.
18. Li, H. L. *et al* (eds.) 1979. Flora of Taiwan. Vol. 6. Epoch Publish Co., Taipei. R.O.C.
19. Liao, G. I. & J. L. Tsai. 1990. A new record species in Taiwan *Cuscuta japonica* Choisy. Forest, NTU 4(4)：71-76.
20. Lu, F. Y. 1973. The Convolvulaceae of Taiwan. The Quarterly Journal of Chinese Forestry 6(1)：105-165.
21. Lu, F. Y. 1976. Contribution to the dicotyledonous plants of Taiwan (2). The Quarterly Journal of Chinese Forestry 9(2)：127-143.
22. Nishiyama,T. & T. Teramura. 1962. Mexican wild forms of sweet potato.

Economic Botany 16(4)：305-313.

23. Ohwi, J. 1965. Flora of Japan. Smithsonian Institution. Washinton D. C. PP. 751-754.

24. Ou, C. H. 1984. Contributions of the dicotyledonous plants of Taiwan (8). Bulletins of the Experimental Forest of National Chung Hsin University 5：1-10.

25. Ou, C. H. 1987. Contributions of the dicotyledonous plants of Taiwan (10). Bulletins of the Experimental Forest of National Chung Hsin University 8：11-30.

26. Sakamoto, S. 1970. Utilization of related species of breeding of sweet potato in Japan. JARQ 5(4): 1-4.

27. Sakamoto, S. 1976. Breeding of a new sweet potato to variety `Minamiyutalca' by the use of wild relatives. JARQ 10(4)：183-186.

28. Walker, E. H. 1976. Flora of Okinawa and the Southern Ryukyu Islands. Smithsonian Institution Press, Washington D. C. PP：862-875.

討　　論

問：請教嚴先生植物之台灣族群分布圖如何繪製，是否由各地之標本館樣本統計而得，或是個人採集之結果?

黃鵬(花蓮農改場)

答：分布地圖上的點是依據個人的實地採集調查，再加上參考各標本館的採集記錄整理所得；其中東部地區因距離較遠且交通不便，加上若干旋花科植物頗爲常見，一般採集者不會特意加以採集，故採集記錄較少，容易引起判斷上的錯誤，必需加强東部地區的採集調查，才足以較客觀地研究各種源在台灣的分布狀況。

表一.臺灣旋花科植物名錄
Table 1. List of Convolvulaceae in Taiwan

==

#*Aniseia biflora* (Linn.) Choisy => *Ipomoea biflora* (Linn.) Pers.
1.*Argyreia acuta* Lour. 白鶴藤(鈍葉朝顏)
#*Argyreia formosana* Ishigami *ex* Yamazaki => *Argyreia acuta* Lour.
*2.*Argyreia nervosa* (Burm.f.) Boj. 美麗銀背藤(木旋花、脈葉朝顏)
#*Argyreia obtusifolia* Lour. => *Argyreia acuta* Lour.
#*Calonyction aculeatum*(Linn.) House => *Ipomoea alba* Linn.
3.*Calystegia soldanella* (Linn.) R.Brown *ex* Roem. *et* Schult. 腎葉打碗花(濱旋花)
#*Convolvulus parviflorus* Vahl 小花旋花草
=> *Jacquemontia paniculata* (Burm.f.) Hall.f.
4.*Cuscuta australis* R.Brown 南方菟絲子(菟絲子)
5.*Cuscuta chinensis* Lam. 菟絲子
?*Cuscuta epilinum* Weihe 寄亞麻無根草
#*Cuscuta formosana* Hay.
=> *Cuscuta japonica* Choisy var. *formosana* (Hay.) Yunker
6.*Cuscuta japonica* Choisy 日本菟絲子(金燈藤)
7.*Cuscuta japonica* Choisy var. *formosana* (Hay.) Yunker 臺灣菟絲子
8.*Dichondra micrantha* Urban 馬蹄金
#*Dichondra repens* Forst. => *Dichondra micrantha* Urban
#*Dichondra repens* Forst. var. *micrantha* (Urban) F.Y.Lu
=> *Dichondra micrantha* Urban
9.*Erycibe henryi* Prain 亨利氏伊立基藤(臺灣丁公藤)
#*Evolvulus alsinoides* Linn. => *Evolvulus alsinoides* (Linn.) Linn.
10.*Evolvulus alsinoides* (Linn.) Linn. 土丁桂
11.*Evolvulus alsinoides* (Linn.) Linn. var. *rotundifolia* Hay.圓葉土丁桂
*12.*Evolvulus sp.*
#*Helwittia sublobata* (Linn.f.) Ktze.=> *Hwittia sublobata* (Linn.f.) O.Ktze.
13.*Hewittia sublobata* (Linn.f.) O.Ktze. 吊鐘藤(豬菜藤)
#*Ipomoea acumkinata* (Vahl) Roem. *et* Schult.=> *Ipomoea indica* (Burm.) Merr.
#*Ipomoea acu minata* (Vahl)Roem. *et* Schult. forma *albiflora* (Stone) Walker *et* Tawada => *Ipomoea indica* (Burm.) Merr. forma *albiflora* Stone
*14.*Ipomoea alba* Linn. 天茄兒(月光花)
*15.*Ipomoea aquatica* Forsk. 蕹菜
*16.*Ipomoea batatas* (Linn.) Lam. 甘藷(番薯)
17.*Ipomoea biflora* (Linn.) Pers. 白花牽牛(心萼薯)
18.*Ipomoea carica* (Linn.) Sweet 番仔藤(槭葉牽牛、五爪金龍)
#*Ipomoea crassicautis* (Benth.) B.L.Robinson
=> *Ipomoea carnea* Jacq. ssp. *fistulosa* (Mart. *ex* Choisy)D.Austin
*19.*Ipomoea carnea* Jacq. ssp. *fistulosa* (Mart. *ex* Choisy) D.Austin樹牽牛
20.*Ipomoea digitata* Linn. 掌葉牽牛(七爪龍)
#*Ipomoea fistulosa* Mart. *ex* Choisy
=> *Ipomoea carnea* Jacq. ssp. *fistulosa* (Mart. *ex* Choisy) D.Austin

==

(續表一)
(Table 1. Cont.)

21.*Ipomoea gracilis* R.Brown 海牽牛(南沙薯藤)
22.*Ipomoea hederacea* (Linn.) Jacq. 美洲牽牛花(碗仔花)
23.*Ipomoea hedekracea* (Linn.) Jacq. forma *albiflora* Yen 白花美洲牽牛
*? *Ipomoea hederifolia* Linn. 圓葉蔦蘿
24.*Ipomoea indica* (Burm.) Merr. 銳葉牽牛(變色牽牛)
25.*Ipomoea indica* (Burm.) Merr. forma *albiflora* Stone 白花銳葉牽牛
Ipomoea littoralis Blume => *Ipomoea gracilis* R.Brown
26.*Ipomoea lacunosa* Linn. 豆牽牛
27.*Ipomoea macrantha* Roem. *et* Schult. 圓萼天茄兒(管花薯)
IpomOoea mauritiana Jacq. => *Ipomoea digitata* Linn.
? *Ipomoea maxima* (Linn.f.) Sweet 毛莖薯
*28.*Ipomoea* x *multifida* (Raf.) Shinn. 葵葉蔦蘿(槭葉蔦蘿)
*29.*Ipomoea nil* (Linn.) Roth. 牽牛花(裂葉牽牛)
30.*Ipomoea obscura* (Linn.) Ker-Gawl. 野牽牛(小心葉薯)
31.*Ipomoea pes-caprae* (Linn.) R.Brown 馬鞍藤(厚藤)
Ipomoea pes-caprae (Linn.) Sweet=> *Ipomoea pes-caprae* (Linn.) R.Brown
Ipomoea pes-caprae (Linn.) Sweet ssp. *brasiliensis* (Linn.) Ooststr.
=> *Ipomoea pes-caprae* (Linn.) R.Brown
32.*Ipomoea pes-tigridis* Linn. 虎掌藤(九爪藤)
Ipomoea plebeia R.Brown => *Ipomoea biflora* (Linn.) Pers.
33.*Ipomoea polymorpha* Roem. *et* Schult. 變葉立牽牛(羽葉薯)
*? *Ipomoea purga* Hayne 球莖牽牛
*? *Ipomoea purpurea* (Linn.) Roth. 圓葉牽牛花(美洲牽牛花)
*34.*Ipomoea quamoclit* Linn. 蔦蘿(蔦蘿松)
*35.*Ipomoea quamcolit* Linn. cv. Alba 白花蔦蘿
? *Ipomoea sepiaria* Koenig *ex* Roxb. => *Ipomoea maxima* (Linn.f.) Sweet
*36.*Ipomoea setosa* Ker-Gawl. 巴西牽牛
Ipomoea sinensis (Desr.) Choisy => *Ipomoea biflora* (Linn.) Pers.
37.*Ipomoea staphylina* Roem. *et* Schult. 圓萼牽牛(海南薯)
38.*Ipomoea stolonifera* (Cyrill.) J.F.Gmel. 厚葉牽牛(假厚藤)
*? *Ipomoea tricolor* Cav. cv. Splendida Caerulea 藍牽牛花
39.*Ipomoea trifida* (H.B.K.) G.Don 大星牽牛
40.*Ipomoea triloba* Linn. 紅花野牽牛(三裂葉薯)
41.*Ipomoea triloba* Linn. forma *albiflora* Yen 白花野牽牛
Ipomoea tuba (Schlecht.) G.Don.=> *Ipomoea macrantha* Roem. *et* Schult.
Ipomoea versicolor Meissn => *Mina lobata* Cerv.
42.*Ipomoea sp.*
43.*Jacquemontia paniculata* (Burm.f.) Hall.f. 娥房藤(小牽牛花)
44.*Jacquemontia tamnifolia* (L.) Griseb. 藍花娥房藤
45.*Lepistemon binectariferum*(Wall. *ex* Roxb.) O.Ktze. var. *trichocarpum* (Gapnep.) Ooststr. 鱗蕊藤(鮮蕊藤)
? *Lepistemon intermedius* Hall.f.

(續表一)
(Table 1. Cont.)

===

*46. *Merremia dissecta* (Jacq.) Hall.f. 多裂魚黃草(七爪牽牛花)
47. *Merremia gemella* (Burm.f.) Hall.f. 菜欒藤(金花魚黃草)
48. *Merremia hederacea* (Burm.f.) Hall.f. 卵葉姬旋花(籬欄網)
Merremia hederacea (Burm.f.) Hall.f. var. *radicans* (Blume) F.Y.Lu
=> *Merremia gemella* (Burm.f.) Hall'.f.
49. *Merremia hirta* (Linn.) Merr. 變葉姬旋花(毛山豬菜)
50. *Merremia quinata* (R.Brown) Oostst·. 掌葉姬旋花(指葉山豬菜)
51. *Merremia similis* Elmer 紅花姬旋花
Merremia tridentata (Linn.) Hall.f.
=> *Merremia tridentata* (Linn.) Hall.f.ssp. *hastata* (Desr.) Ooststt.
52. *Merremia tridentata* (Linn.) Hall.f. ssp. *hastata* (Desr.) Ooststt.
戟葉菜欒藤(尖萼魚黃草)
*53. *Merremia tuberosa* (Linn.) Rendle 木玫瑰
Merremia umbellata (Linn.) Hall.f.
=> *Merremia umbellata* (Linn.) Hall.f. ssp. *orientalis* (Hall.f.) Ooststt.
Merremia umbellata (Linn.)Hall.f. var. *orientalis* Hall.f.
=> *Merremia umbellata* (Linn.) Hall. f. ssp. *orientalis* (Hall.f.) Ooststt.
54. *Merremia umbellata* (Linn.) Hall. f. ssp. *orientalis* (Hall.f.) Ooststt.
毛姬旋花(山豬菜)
*55. *Merremia sp.*
*56. *Mina lobata* Cerv. 金魚花(裂葉蔦蘿)
57. *Operculina turpethum*(Linn.) S. Manso 盒果藤
Pharbitis indica (Burm.) R.C.Fang => *Ipomoea indica* (Burm.) Merr.
Pharbitis nil (Linn.) Choisy => *Ipomoea nil* (Linn.) Roth.
*? *Quamoclit cardinalis* Garden 心臟葉蔦蘿
*? *Quamoclit coccinea* Moenh. 橙紅蔦蘿(圓葉蔦蘿)
Quamoclit lobata (Cerv.) House => *Mina lobata* Cerv.
Quamoclit pennata (Desr.) Boj. => *Ipomoea quamoclit* Linn.
Quamoclit sloteri House *apud* Bailey=> *Ipomoea* × *multifida* (Raf.) Shinn.
Stictocardia campanulata (Linn.) Merr.
=> *Stictocardia tiliaefolia* (Desr.) Hall.f.
58. *Stictocardia tiliaefolia* (Desr.) Hall.f. 大萼旋花(腺葉藤)
Stictocardia tiliifoliia (Desr.) Hall.f.
=> *Stictocardia tiliaefolia* (Desr.) Hall.f.

===

* 表引進栽培種 # 表同物異名 ? 表問題種
* Introduced species # Synonym ? Uncertain species

表二. 台灣旋花科各種源間在植物分類上之親緣關係

Table 2. The groups of relationship during Convolvulaceae in Taiwan

==

旋花科 CONVOLVULACEAE

  菟絲子亞科 CUSCUTOIDEAE

    菟絲子屬(*Cuscuta*)--

      線莖亞屬(Subg. Grammica)--南方菟絲子 *C. australis*

      菟 絲 子 *C. chinensis*

      單柱亞屬(Subg. Monogyna)--台灣菟絲子 *C. japonica* var. *formosana*

  旋花亞科 CONVOLVULOIDEAE

    旋花族 Tribe CONVOLVULEAE

    馬蹄金屬(*Dichondra*)--馬 蹄 金 *D. micrantha*

    土丁桂屬(*Evolvulus*)--土 丁 桂 *E. alsinoides*

    伊立基藤屬(*Erycibe*)--亨利氏伊立基藤 *E. henryi*

    吊鐘藤屬(*Hewittia*)---吊 鐘 藤 *H. sublobata*

    娥房藤屬(*Jacquemontia*)--娥 房 藤 *J. paniculata*

    藍花娥房藤 *J. tamnifolia*

    打碗花屬 (*Calystegia*)--腎 葉 打 碗 花 *C. soldanella*

    菜欒藤屬 (*Merremia*)--

      魚黃草組(Sect.Merremia)--菜 欒 藤 *M. gemella*

      卵葉姬旋花 *M. hederacea*

      變葉姬旋花 *M. hirta*

      扭蕊組(*Sect. Streptandra*)-多裂魚黃草 *M. dissecta*

      掌葉姬旋花 *M. quinata*

      戟葉菜欒藤 *M. tridentata* ssp. *hastata*

      假番薯組(S ect. × anthips)--毛姬旋花 *M. umbellata* ssp. *orientalis*

      金鐘藤組(S ect. Hailale)---紅花姬旋花 *M. similis*

    盒果藤屬(*Operculina*)---盒 果 藤 *O. turpethum*

==

(續表二)

(Table 2. Cont.)

旋花亞科 CONVOLVULOIDEAE

番薯族 Tribe IPOMOEEAE

番薯屬(*Ipomoea*)--

萼花組(Sect.Calycanthemum)-變葉立牽牛 *I. polymorpha*

頭花組(Sect. Cephalanthae)-虎 掌 藤 *I. pes-tigridis*

****

番薯組(Sect. Batatas)--* 甘 藷 *I. batatas* *

****

豆 牽 牛 *I. lacunosa*

海 牽 牛 *I. gracilis*

大星牽牛 *I. trifida*

紅花野牽牛 *I. triloba*

光萼組(Sect. Leiocalyx)---蕹 菜 *I. aquatica*

番 仔 藤 *I. carica*

野 牽 牛 *I. obscura*

馬 鞍 藤 *I. pes-caprae*

厚葉牽牛 *I. stolonifera*

毛籽組(Sect. Eriospermum)-樹 牽 牛 *I. carnea* ssp. *fistulosa*

掌葉牽牛 *I. digitata*

圓萼天茄兒 *I. macrantha*

巴西牽牛 *I. setosa*

圓萼牽牛 *I. staphylina*

牽牛組(Sect. Pharbitis)---美洲牽牛花 *I. hederacea*

〈牽牛花屬 *Pharbitis*〉 銳葉牽牛 *I. indica*

牽 牛 花 *I. nil*

月光花組(Sect. Calonyction)--天 茄 兒 *I. alba*

〈月光花屬 *Calonyction*〉

蔦蘿組(Sect. Quamoclit)---葵葉蔦蘿 *I.* × *multifida*

〈蔦蘿屬 *Quamoclit*〉 蔦 蘿 *I. quamoclit*

心萼薯組(Sect.Aniseioides)--白花牽牛 *I. biflora*

〈心萼薯屬 *Aniseia*〉

金魚花屬(*Mina*)--------金魚花 *M. lobata*

鱗蕊藤屬(*Lepistemon*)--鱗蕊藤 *L. binectariferum* var. *trichocarpum*

銀背藤屬 (*Argyreia*)--

銀背藤組(Sect. Ptychanthus)--美麗銀背藤 *A. nervosa*

白鶴藤組(Sect. Argyreia)-----白 鶴 藤 *A. acuta*

大萼旋花屬(*Stictocardia*)------大萼旋花 *S. tiliaefolia*

附錄一、台灣旋花科(Convolvulaceae)植物分屬檢索表

1.寄生植物，不具葉片……………………………………………………菟絲子(*Cuscuta*)
1.非寄生植物，具正常綠葉………………………………………………………………… 2
2.子房分裂爲2，花柱底生，花徑小於 0.5公分………………… 馬蹄金(*Dichondra*)
2.子房不分裂，花柱非底生，花徑大於1公分…………………………………………3
3.花柱幾不存在，花冠深5裂，每裂片再2裂……………………伊立基藤(*Erycibe*)
3.花柱明顯，花冠近全緣或5裂，但裂片非上述…………………………………………4
4.花柱2，每分枝再分裂爲2，匍匐狀草本，全株具白色長毛… 土丁桂(*Evolvulus*)
4.花柱1，不分裂………………………………………………………………………………5
5.花萼裂片不等形，外萼片比內萼片顯著長而寬………………………………………… 6
5.花萼裂片近相等…………………………………………………………………………… 7
6.萼片結果時明顯膨大，包住蒴果，種子無毛……………………吊鐘藤(*Hewittia*)
6.萼片結果時不膨大，不包住蒴果，種子具微毛………白花牽牛(*Ipomoea biflora*)
7.花萼爲2個大形葉狀苞片所包圍……………………………………打碗花(*Calystegia*)
7.苞片小，且與萼片遠離…………………………………………………………………… 8
8.柱頭2，線狀，下彎………………………………………………娥房藤(*Jacquemontia*)
8.柱頭1，頭狀，直立……………………………………………………………………………9
9.花冠較短，爲壺形或罈形，冠簷短，通常不開展…………………………………………10
9.花冠較長，爲漏斗形、鐘形或高腳盃形，大多具開展的冠簷………………………11
10.花序爲二歧蝎尾狀，長於葉柄，雄蕊長於花冠，基部無貼生鱗片…金魚花(*Mina*)
10.花序密集成頭狀聚傘花序，短於葉柄，雄蕊短於花冠，且其基部具貼生鱗片……
……………………………………………………………………………鱗蕊藤(*Lepistemon*)
11.果爲不開裂漿果狀，果皮肉質或革質……………………………銀背藤(*Argyreia*)
12.果爲蒴果，熟時開裂；若不開裂，則果皮非肉質或革質………………………………12
13.莖、葉柄、花序梗有翼，蒴果橫裂……………………………盒果藤(*Operculina*)
14.莖、葉柄、花序梗無翼，蒴果非橫裂…………………………………………………13
15.宿存萼片增大，完全包圍果實，葉背具黑腺點…………大萼旋花(*Stictocardia*)
16.宿存萼片不會增大，葉背不具黑色腺點………………………………………………14
17.花粉粒無刺，花冠瓣中帶有5條暗色脈，花冠通常黃色……… 菜欒藤(*Merremia*)
18.花粉粒有刺，花冠無暗色脈，且通常爲紫色、紅色或白色………牽牛花(*Ipomoea*)

附錄二、台灣菜欒藤屬(*Merremia*)植物分種檢索表

1.葉掌狀分裂或爲掌狀複葉…………………………………………………………………… 2
1.葉非掌狀……………………………………………………………………………………… 4
2.葉爲掌狀裂葉…………………………………………………掌葉姬旋花(*M. quinata*)
2.葉爲掌狀複葉………………………………………………………………………………… 3
3.全株光滑，花黃色…………………………………………… 木玫瑰(*M. tuberosa*)
3.全株被毛，花白色……………………………………… 多裂魚黃草(*M. dissecta*)
4.葉近無柄，基部抱莖…………………戟葉菜欒藤(*M. tridentata* ssp. *hastata*)
4.葉具柄，基部不抱莖…………………………………………………………………… 5
5.花較小，花冠長小於1公分………………………… 卵葉姬旋花(*M. hederacea*)
5.花較大，花冠長大於1公分……………………………………………………………………6

6.莖葉明顯被毛…………………………………………………………………………………… 7
6.莖葉光滑……………………………………………………………………………………… 8
7.花較大，花冠長2.5-5.5公分………毛姬旋花(*M. umbellata* ssp. *orientalis*)
7.花較小，花冠長1.9-1.8公分…………………………………變葉姬旋花(*M. hirta*)
8.葉心形………………………………………………………………紅花姬旋花(*M. similis*)
8.葉卵形至長橢圓形，基部呈多少戟形…………………………菜欒藤(*M. gemella*)

附錄三、台灣牽牛花屬(*Ipomoea*)植物分種檢索表

1.柱頭3裂，頭狀，子房3室，6胚珠……………………………………………………………2
1.柱頭2裂，頭狀，子房2室或4室，4胚珠……………………………………………… 4
2.莖、葉和萼片被柔軟的疏柔毛或絹毛…………………………銳葉牽牛(*I. indica*)
2.莖、葉和萼片被硬毛或剛毛…………………………………………………………… 3
3.萼片在果實成熟時向外反捲，花冠徑小於4公分………美洲牽牛花(*I. hederacea*)
3.萼片在果實成熟時直立不反捲，花冠徑大於7公分……………… 牽牛花(*I. nil*)
4.花冠高腳碟狀…………………………………………………………………………… 5
4.花冠漏斗狀或鐘狀……………………………………………………………………… 8
5.花小，子房4室，葉羽狀或掌狀深裂，白天開花……………………………………6
5.花大，子房2室，葉為心形且全緣，偶三淺裂，晚上開花…………………………7
6.葉掌狀深裂……………………………………………葵葉蔦蘿(*I.* x *multifida*)
6.葉羽狀深裂………………………………………………………………蔦蘿(*I. quamoclit*)
7.萼片成熟時向外反折，種子具毛…………………………圓萼天茄兒(*I. macrantha*)
7.萼片成熟時不向外反折，種子光滑………………………………天茄兒(*I. alba*)
8.葉片分裂，掌狀5-7裂………………………………………………………………………9
8.葉片不分裂，縱少數種類呈三裂，但絕非掌狀裂葉…………………………………13
9.葉掌狀全裂，葉柄基部具有如葉片的假托葉，罕見其結果……番仔藤(*I. carica*)
9.葉掌狀深裂，葉柄基部不具小的五裂假托葉……………………………………………10
10.花密集成頭狀花序，有明顯的總苞片……………………虎掌藤(*I. pes-tigridis*)
10.花為聚繖花序，無總苞片…………………………………………………………………11
11.地下不具塊根，花為白色，沙灘植物…………………厚葉牽牛(*I. stolonifera*)
11.地下具塊根，花為紫紅色，罕為白色，非沙灘植物……………………………………12
12.莖平臥或上升，節上易生不定根，蒴果外具毛…………………甘藷(*I. batatas*)
12.莖纏繞，蒴果光滑……………………………………………………掌葉牽牛(*I. digitata*)
13.老莖木質化…………………………………………………………………………………14
13.草質莖………………………………………………………………………………………15
14.披散灌木，莖先端具纏繞性，栽培種，花大，直徑可達13公分，不具塊根…………
……………………………………………………… 樹牽牛(*I. carnea* ssp. *fistulosa*)
14.攀緣亞灌木，在本省非常稀少，野生種，花小，約2-2.5公分，且具塊根…………
………………………………………………………………圓萼牽牛(*I. staphylina*)
15.莖非纏繞性…………………………………………………………………………………16
15.莖為纏繞性…………………………………………………………………………………21
16.花單生葉腋，近無柄，莖直立或披散地面……………變葉立牽牛(*I. polymorpha*)
16.花呈聚繖花序，具柄，莖平臥或上升……………………………………………………17

17.莖蔓生或浮於水上，具節，節間中空……………………………蕹菜(*I. aquatica*)
17.莖無明顯的節和中空的節間……………………………………………………18
18.地下具塊根，葉通常心臟形，但葉形變化，多爲栽培植物………甘藷(*I. batatas*)
18.地下不具塊狀，海濱野生植物…………………………………………………19
19.葉片完全不分裂……………………………………………海牽牛(*I. gracilis*)
19.葉片會分裂………………………………………………………………………20
20.葉片頂端微凹或2裂，花冠紫色……………………………… 馬鞍藤(*I. pes-caprae*)
20.葉形多變，全緣或3-5裂，花冠白色……………………厚葉牽牛(*I. stolonifera*)
21.外萼片比內萼片顯著長而寬……………………………… 白花牽牛(*I. biflora*)
21.內外萼片近相等……………………………………………………………………22
22.莖、葉、花梗具肉刺，栽培植物，花大，直徑7-8公分…… 巴西牽牛(*I. setosa*)
22.莖、葉、花梗不具肉刺，野生植物，花小…………………………………………23
23.萼片不具毛，海濱植物，莖有時匍匐……………………………海牽牛(*I. gracilis*)
23.萼片外具毛……………………………………………………………………………24
24.蒴果光滑，通常每一花序結1-少果，結果時蒴果朝下…………野牽牛(*I. obscura*)
24.蒴果具毛，通常每一花序多果，結果時蒴果直立……………………………………25
25.花白色，蒴果僅在上半部著生長毛………………………………豆牽牛(*I. lacunosa*)
25.花紫色，蒴果全面著生毛茸……………………………………………………………26
26.花較大，花冠長於3公分，栽培植物，且很少見……………大星牽牛(*I. trifida*)
26.花較小，花冠短於1公分，野生常見雜草…………………紅花野牽牛(*I. triloba*)

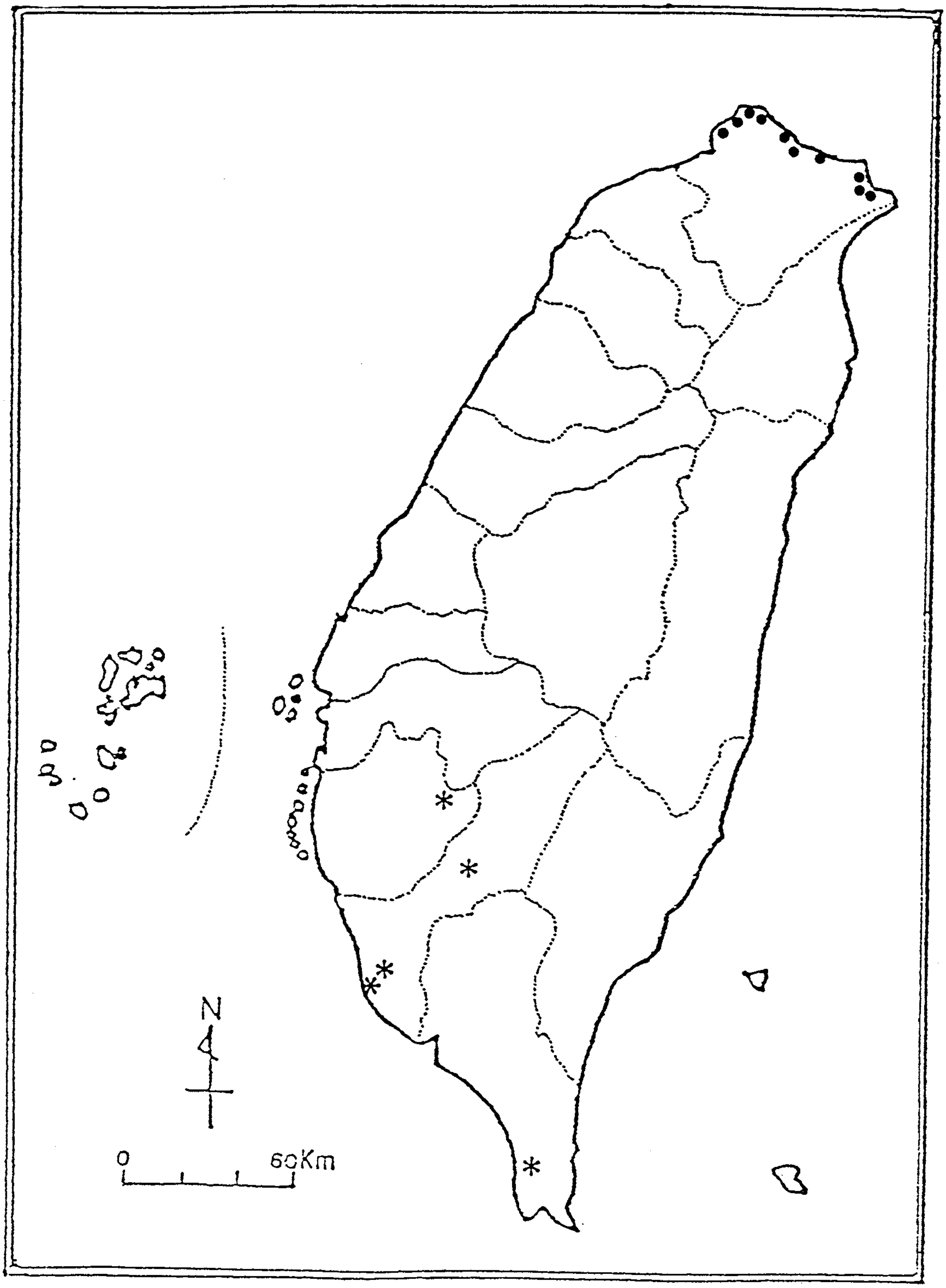


圖 1. 白鶴藤及腎葉打碗花在台灣的分布圖

Fig. 1. Distribution map of *Argyreia acuta* (*) and *Calystegia soldanella* (●)

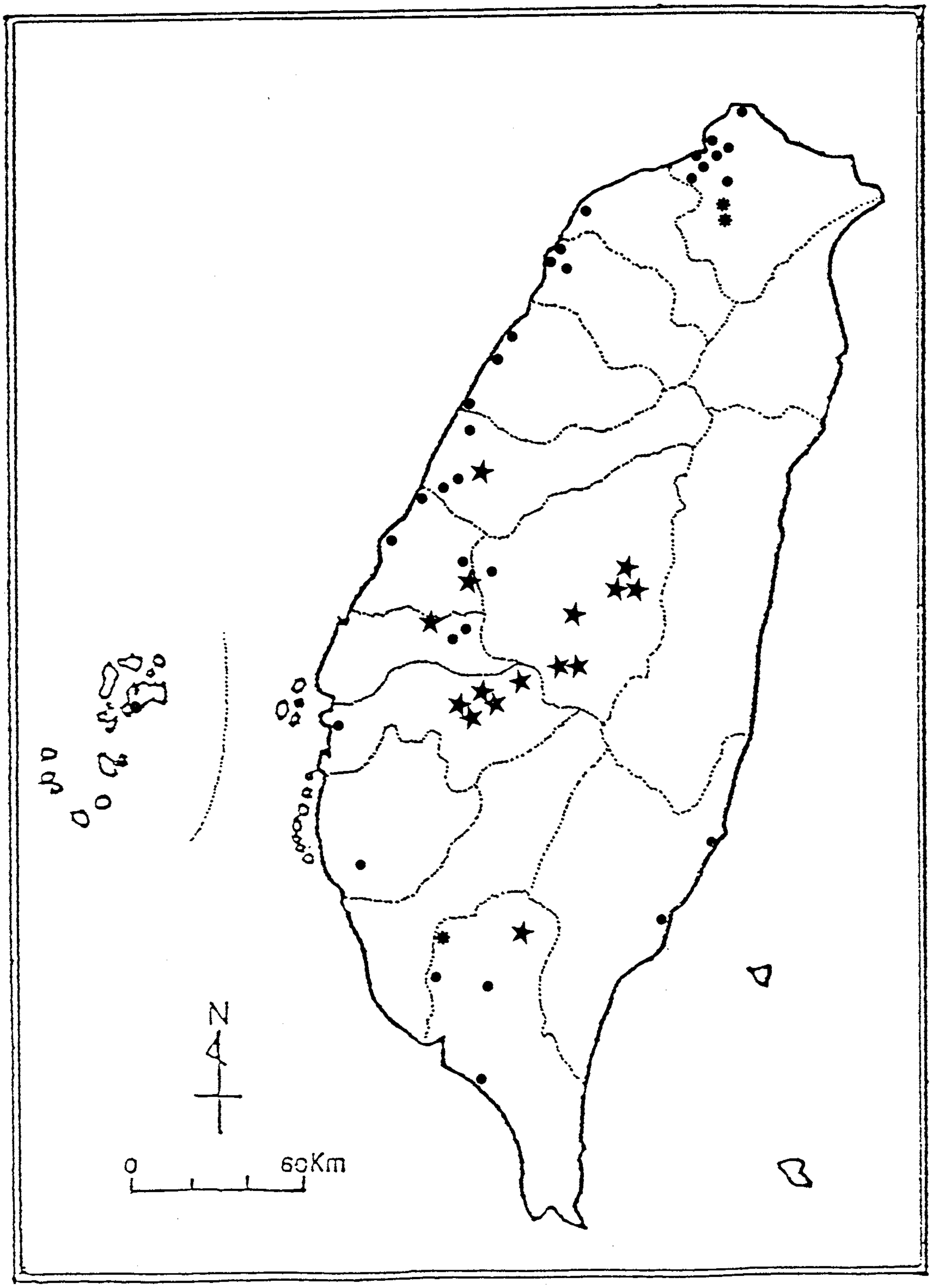


圖 2. 菟絲子屬植物在台灣的分布圖

Fig. 2. Distribution map of *Cuscuta australis* (●)
C. chinensis (*) and *C. japonica* var. *formosana* (★)

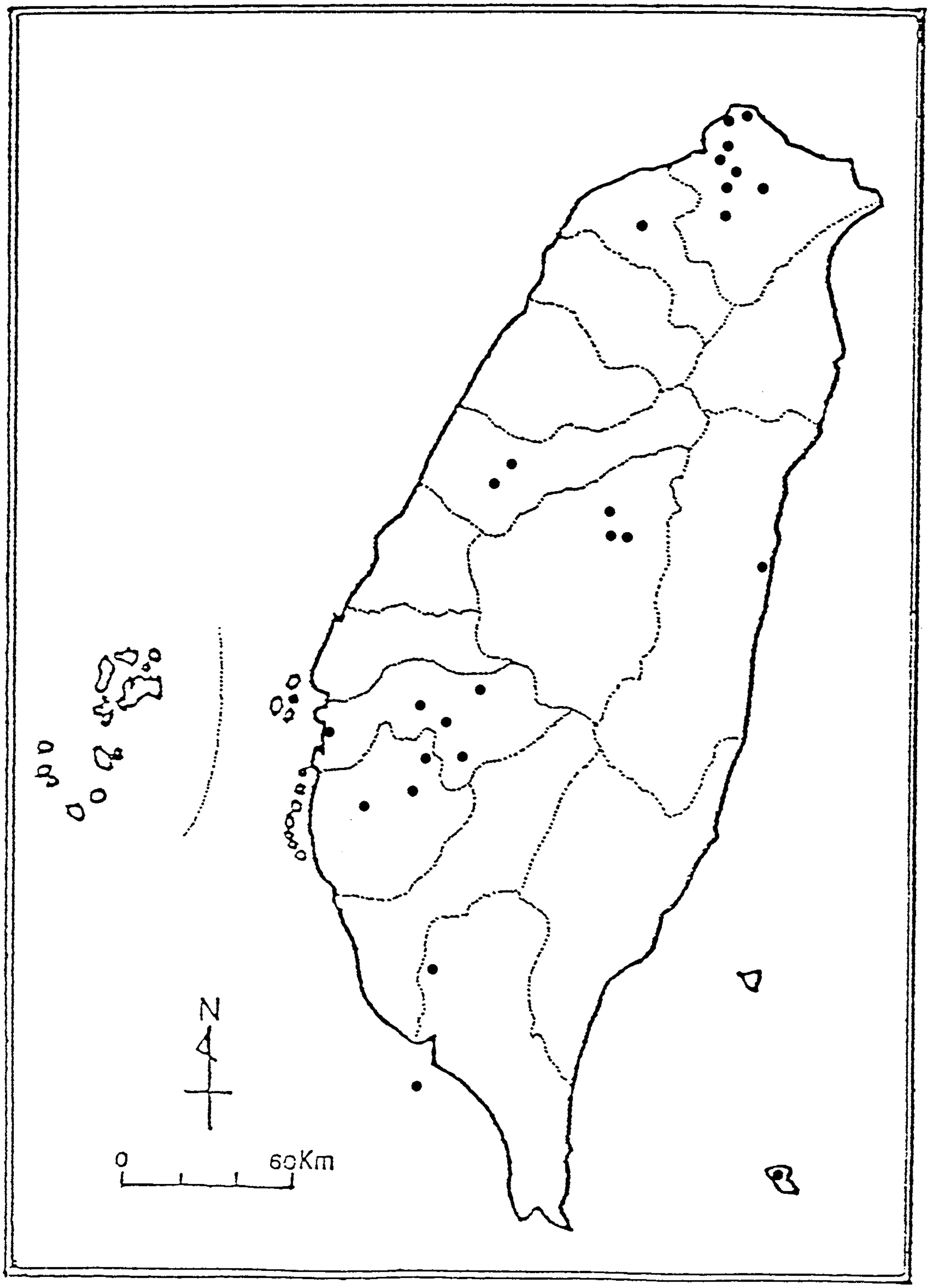


圖 3. 馬蹄金在台灣的分布圖

Fig. 3. Distribution map of *Dichondra micrantha* (●)

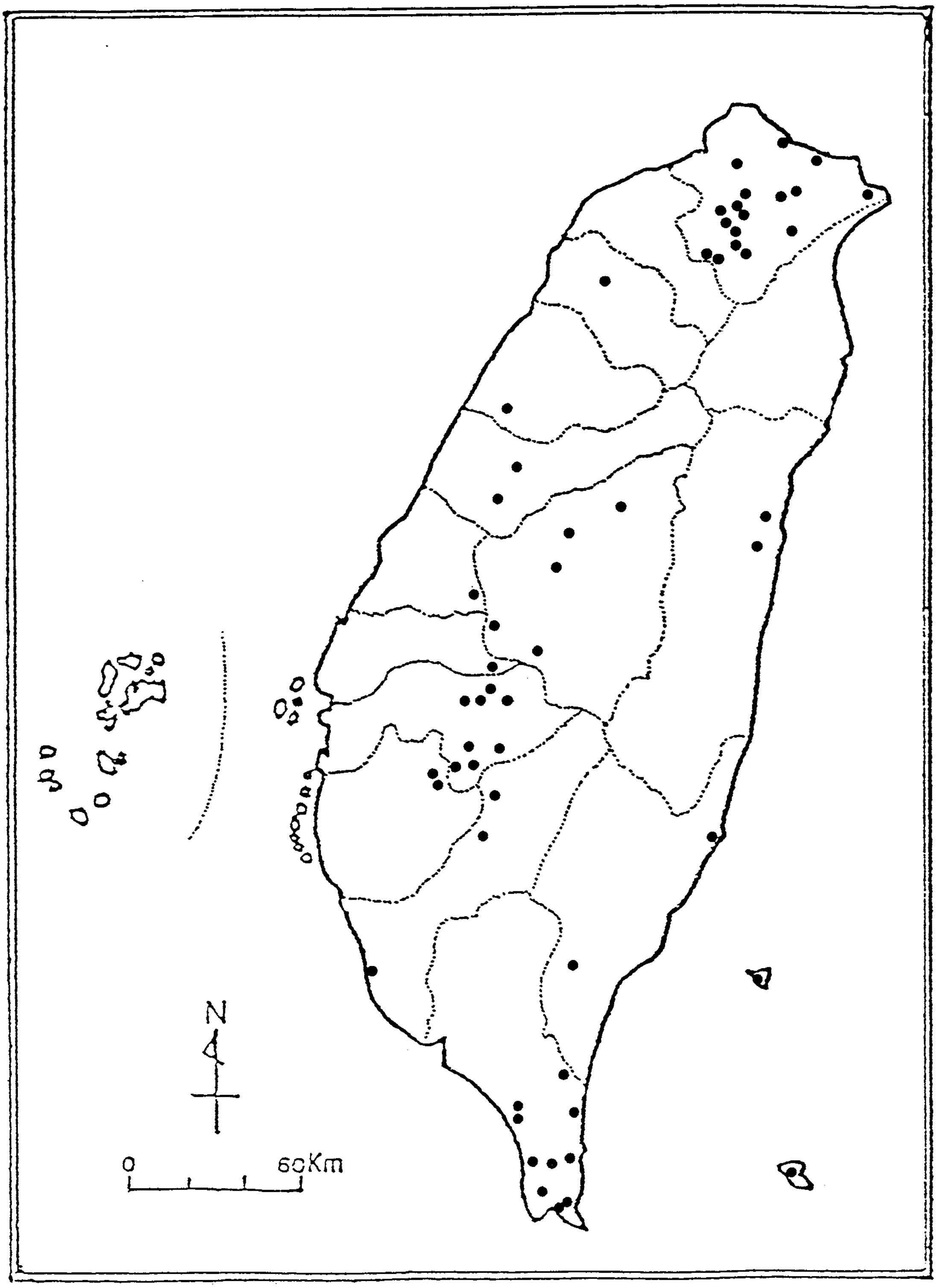


圖 4. 亨利氏伊立基藤在台灣的分布圖

Fig. 4. Distribution map of *Erycibe henryi* (●)

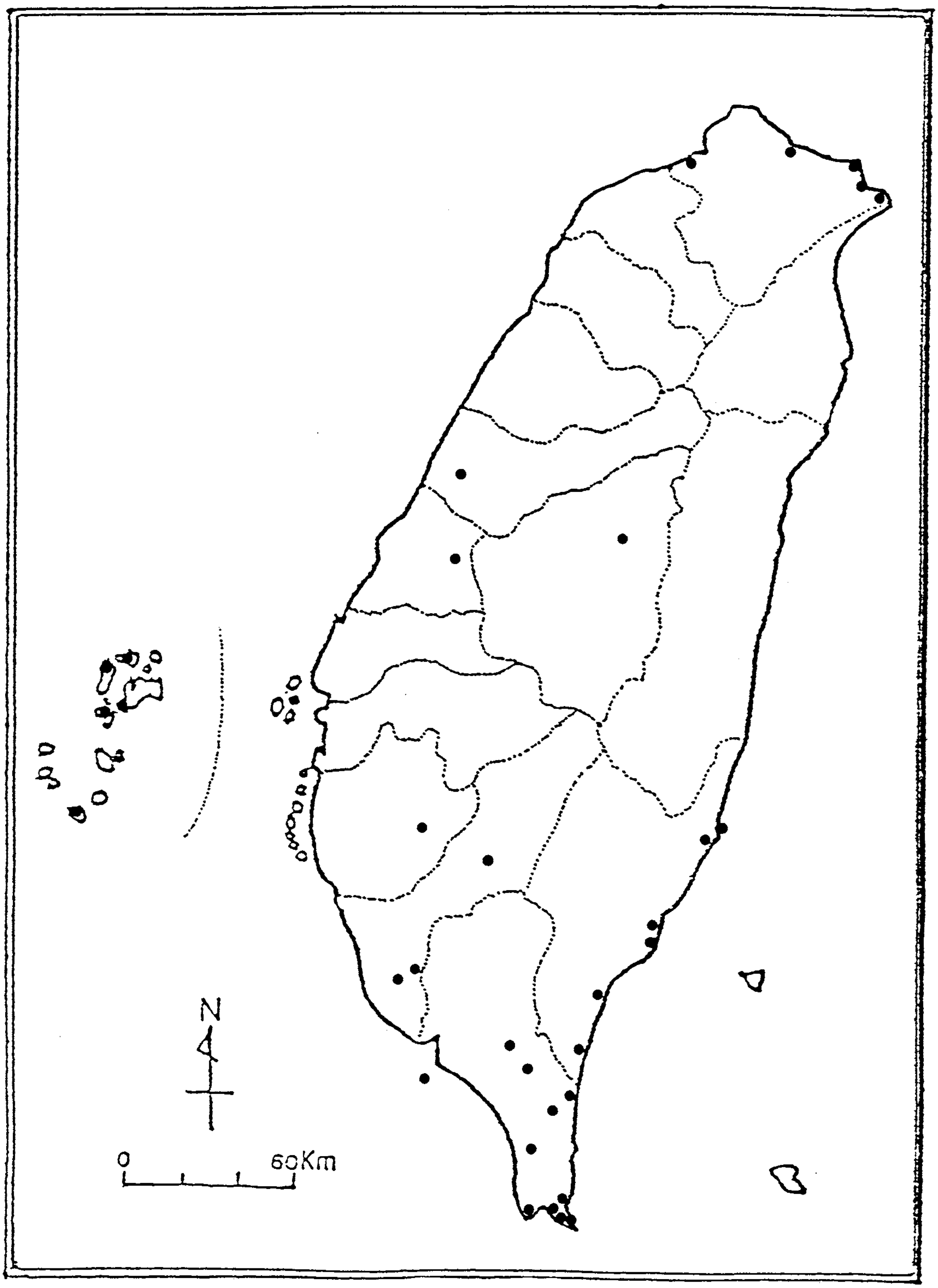


圖 5. 土丁桂在台灣的分布圖

Fig. 5. Distribution map of *Evolvulus alsinoides* (●)

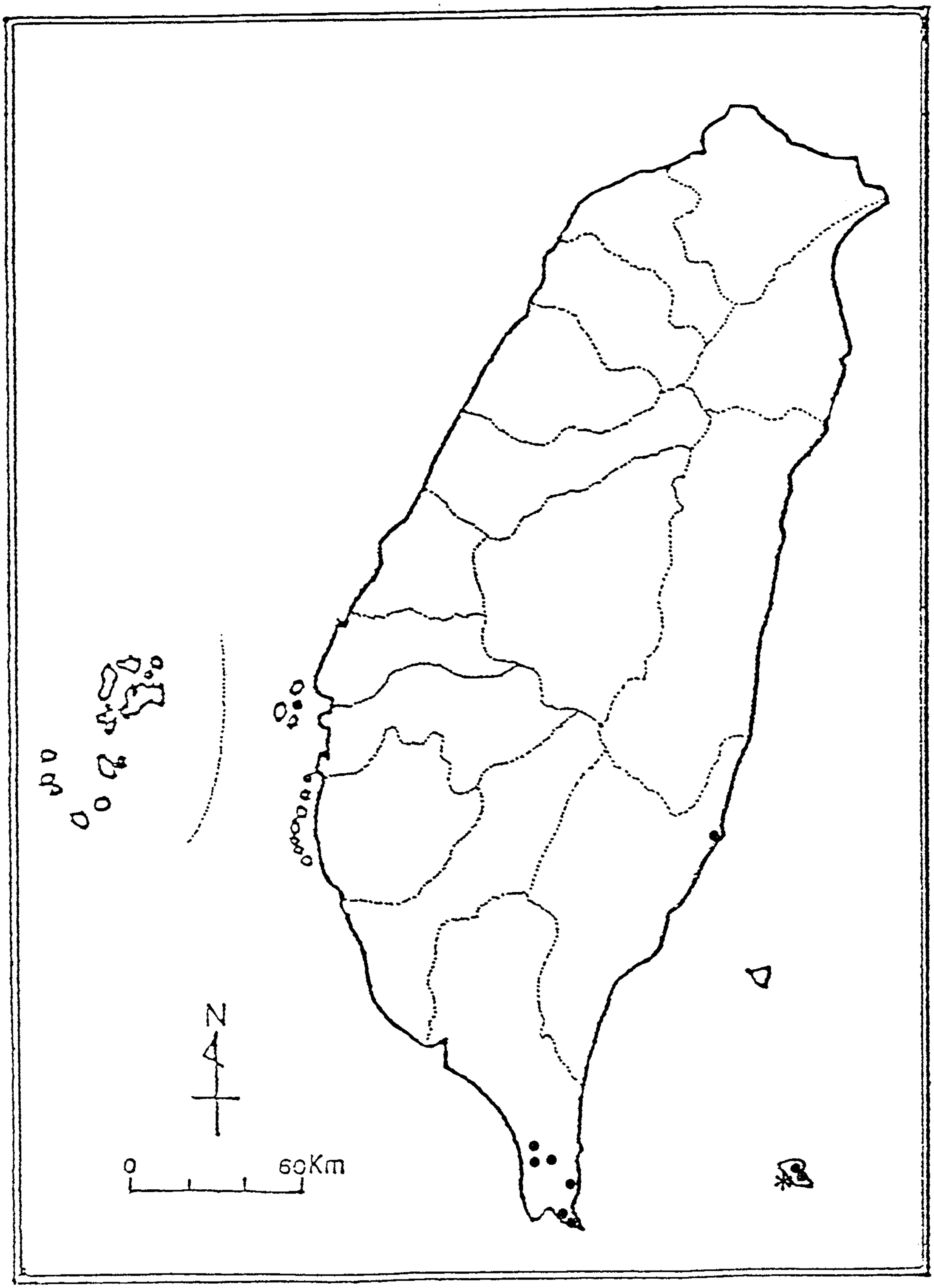


圖 6. 吊鐘藤及鱗蕊藤在台灣的分布圖

Fig. 6. Distribution map of *Hewittia sublobata* (●) and *Lepistemon binectariferum* var. *trichocarpum* (*)

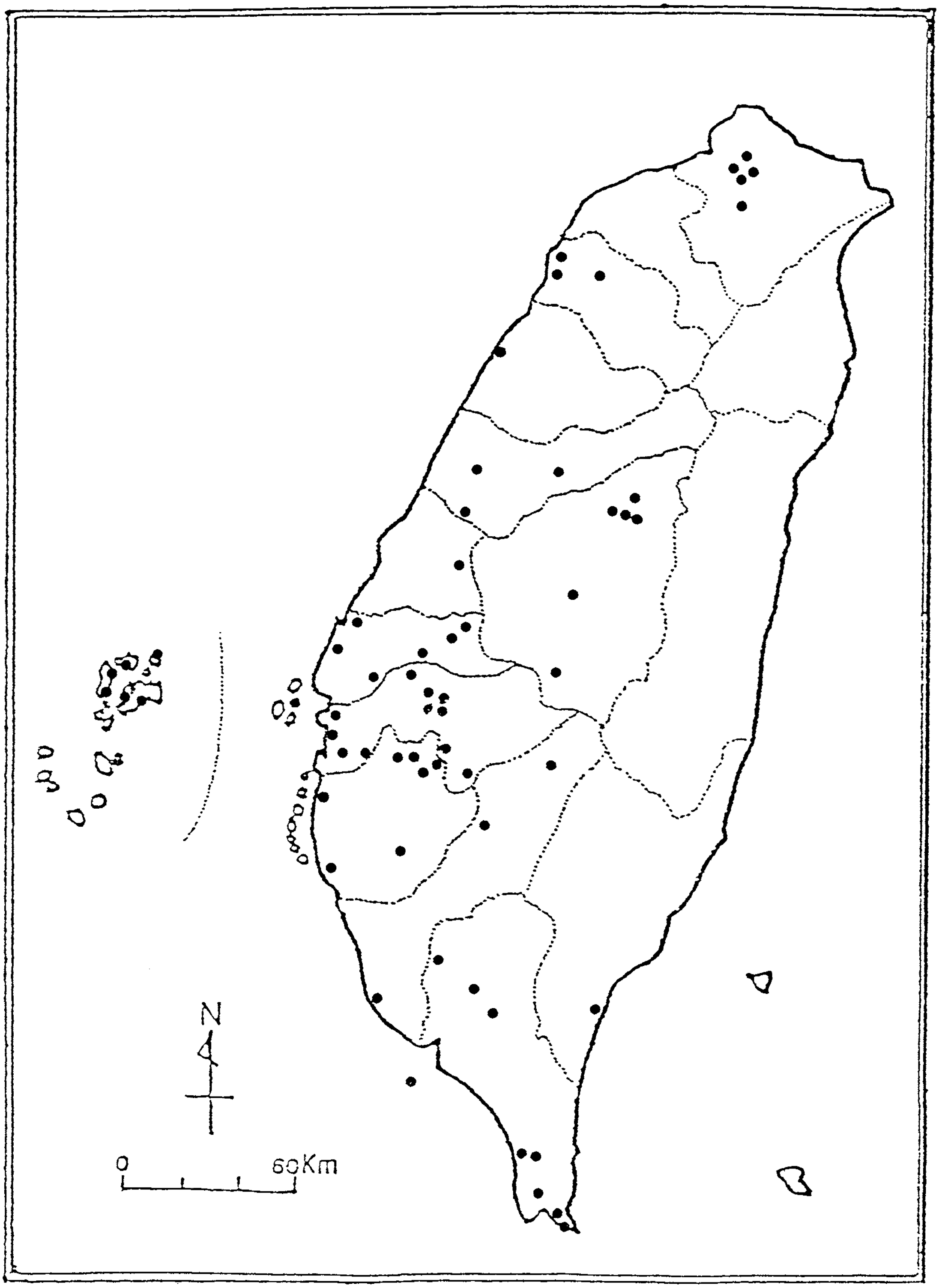


圖 7. 白花牽牛在台灣的分布圖

Fig. 7. Distribution map of *Ipomoea biflora* (●)

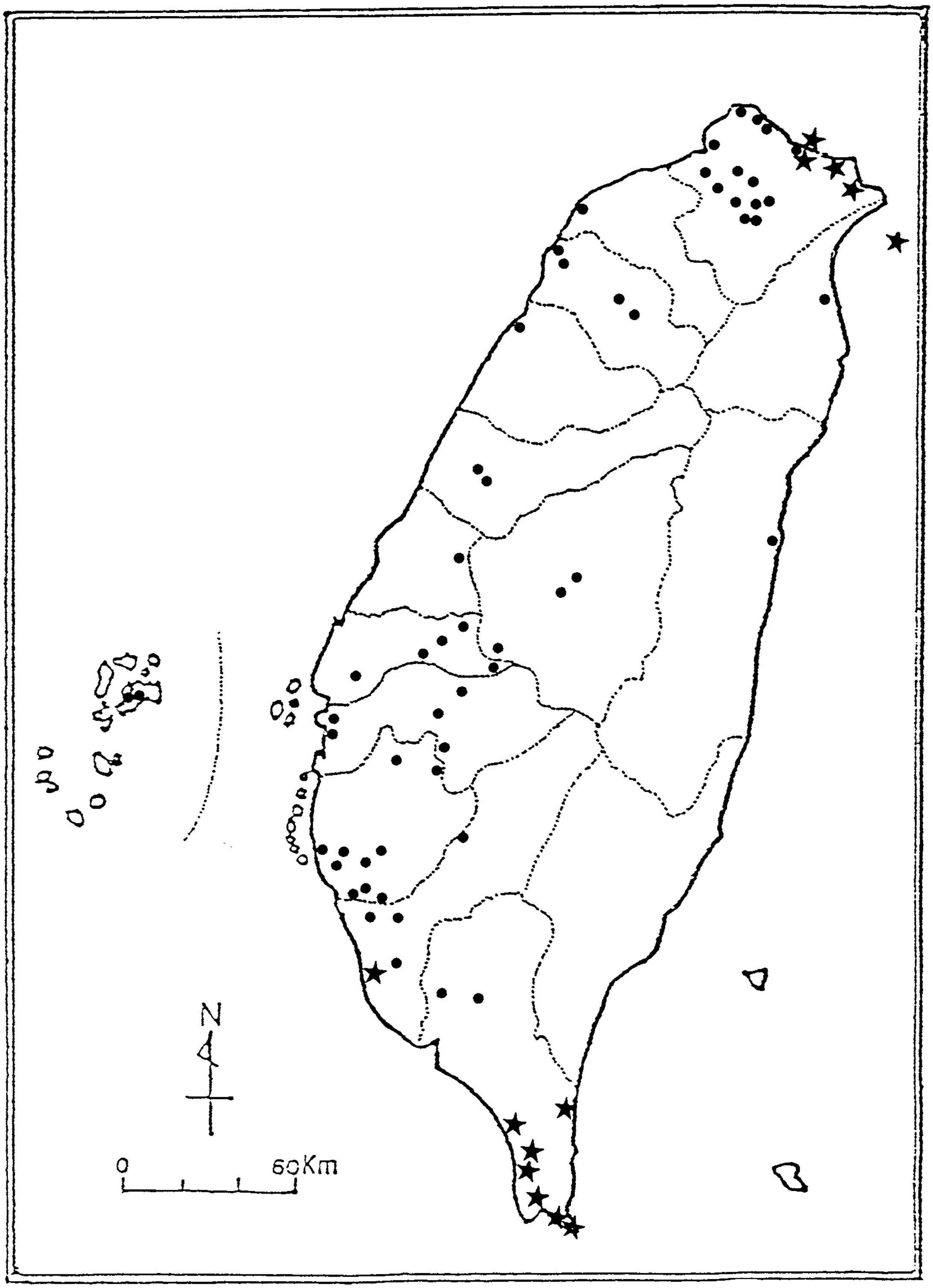


圖 8. 番仔藤及掌葉牽牛在台灣的分布圖

Fig. 8. Distribution map of *Ipomoea carica* (●) and *I. digitata* (★)

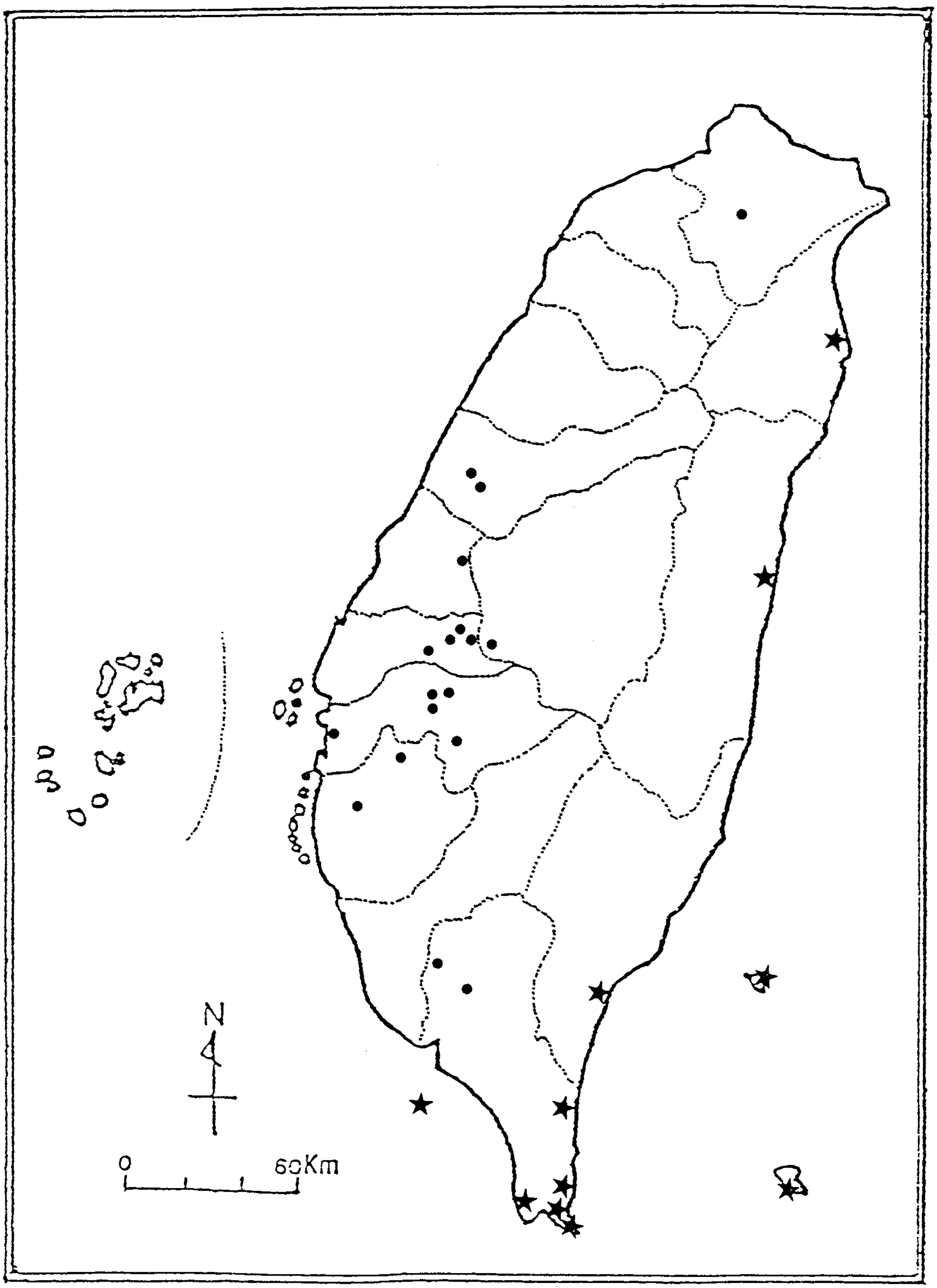


圖 9. 海牽牛及美洲牽牛花在台灣的分布圖

Fig. 9. Distribution map of *Ipomoea gracilis* (★) and *I. hederacea* (●)

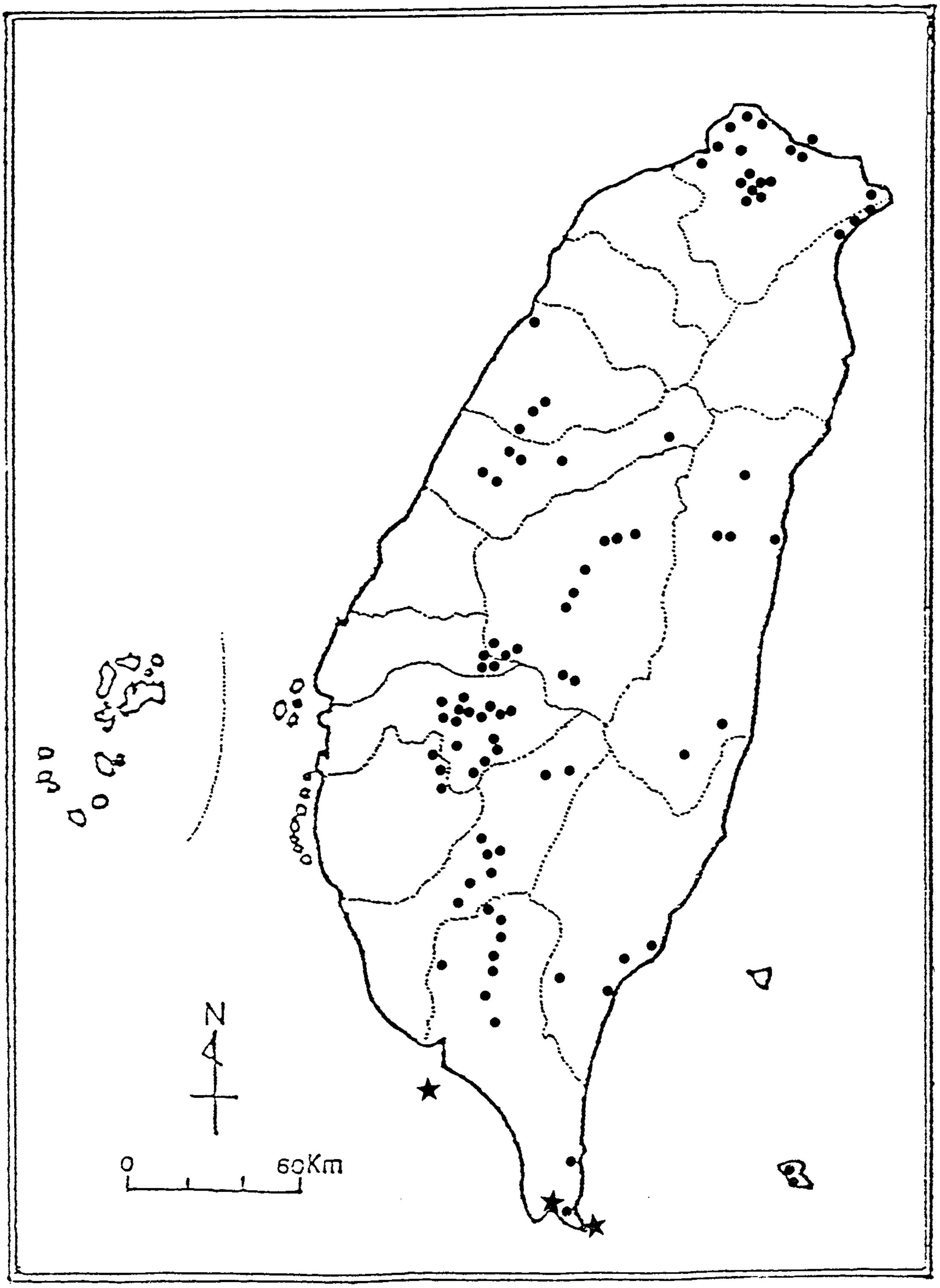


圖 10. 銳葉牽牛及圓萼天茄兒在台灣的分布圖

Fig.10. Distribution map of *Ipomoea indica* (●)
and *I. macrantha* (★)

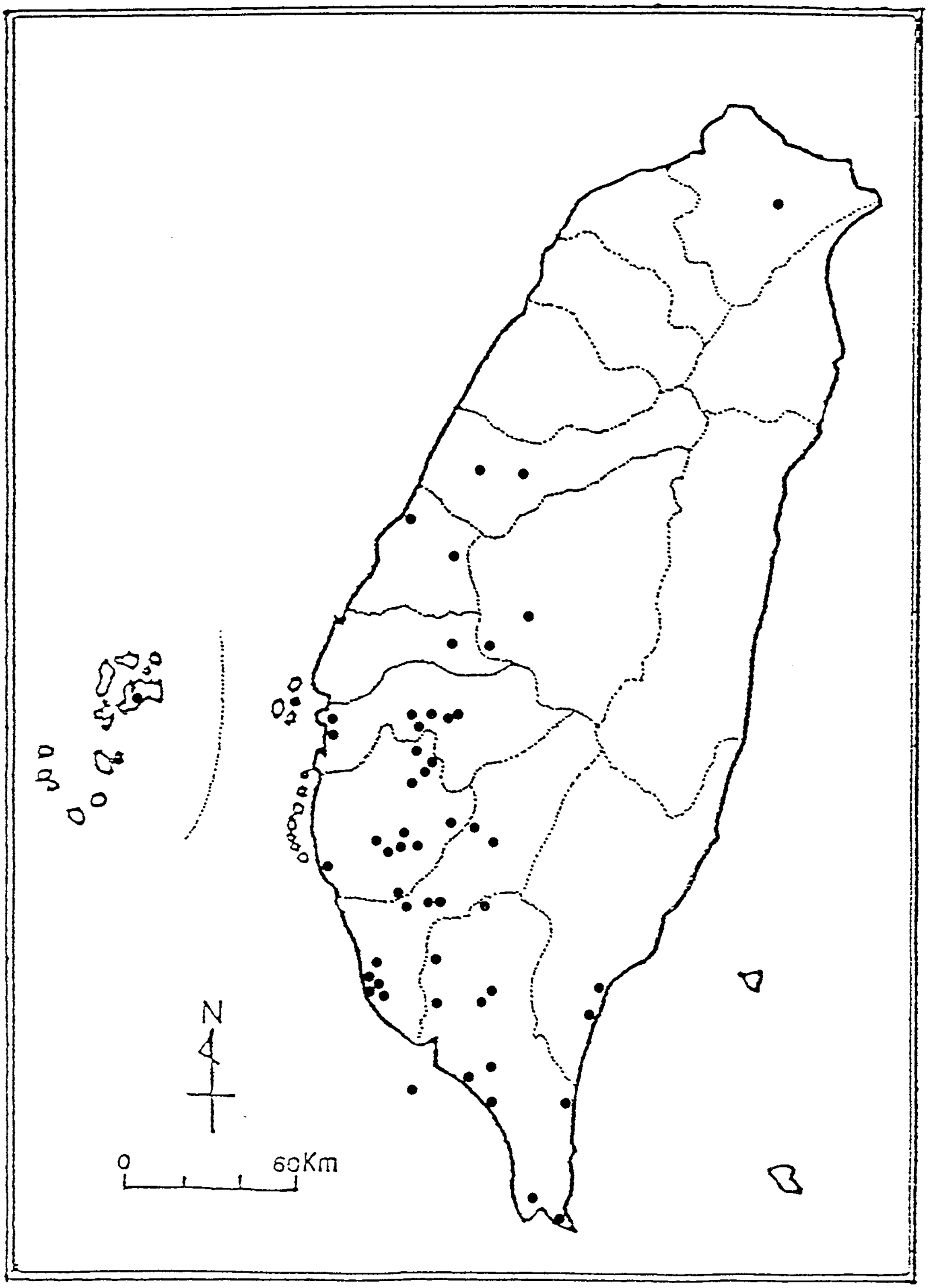


圖 11. 野牽牛在台灣的分布圖

Fig.11. Distribution map of *Ipomoea obscura* (●)

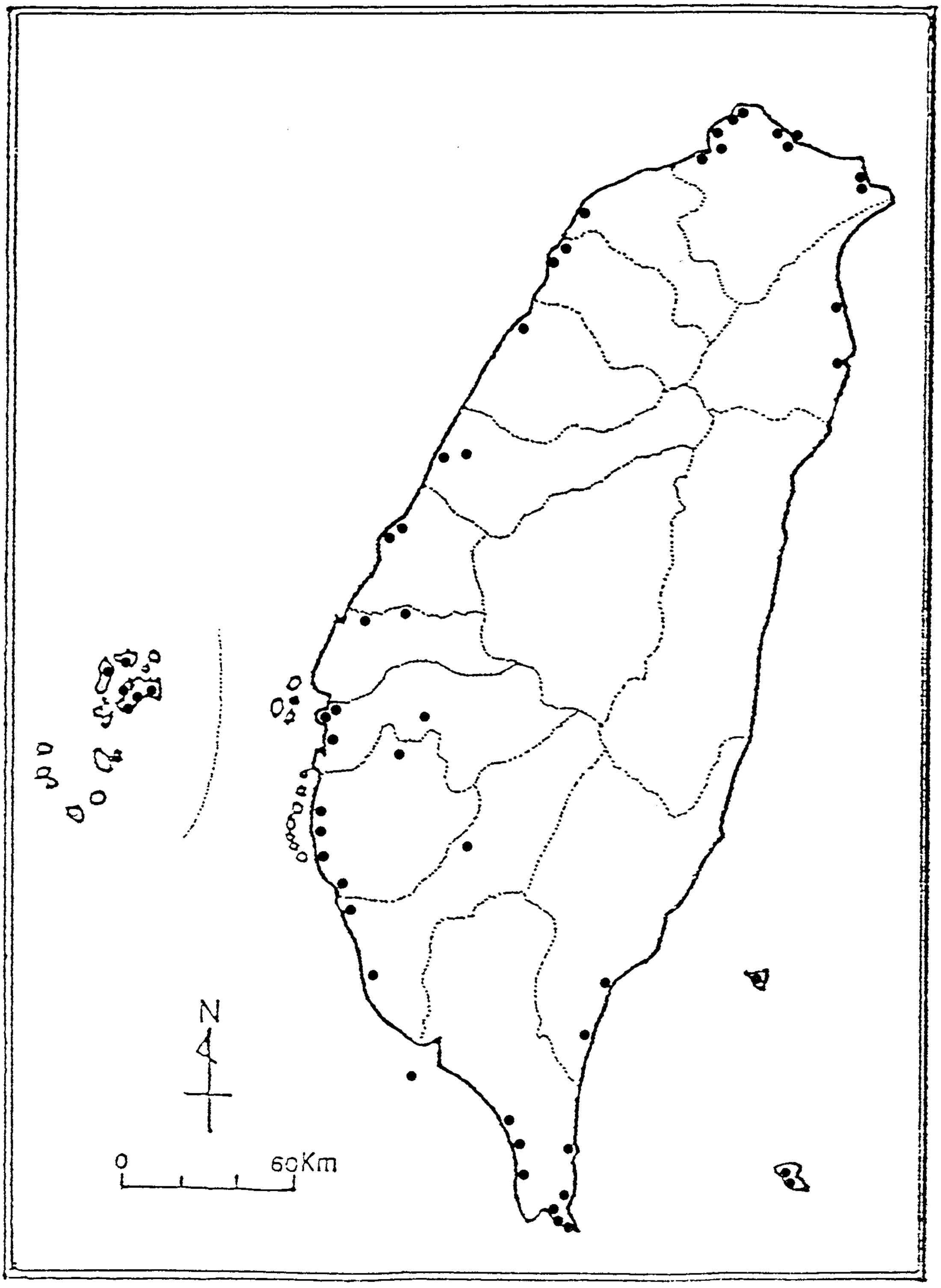


圖 12. 馬鞍藤在台灣的分布圖

Fig.12. Distribution map of *Ipomoea pes-caprae* (●)

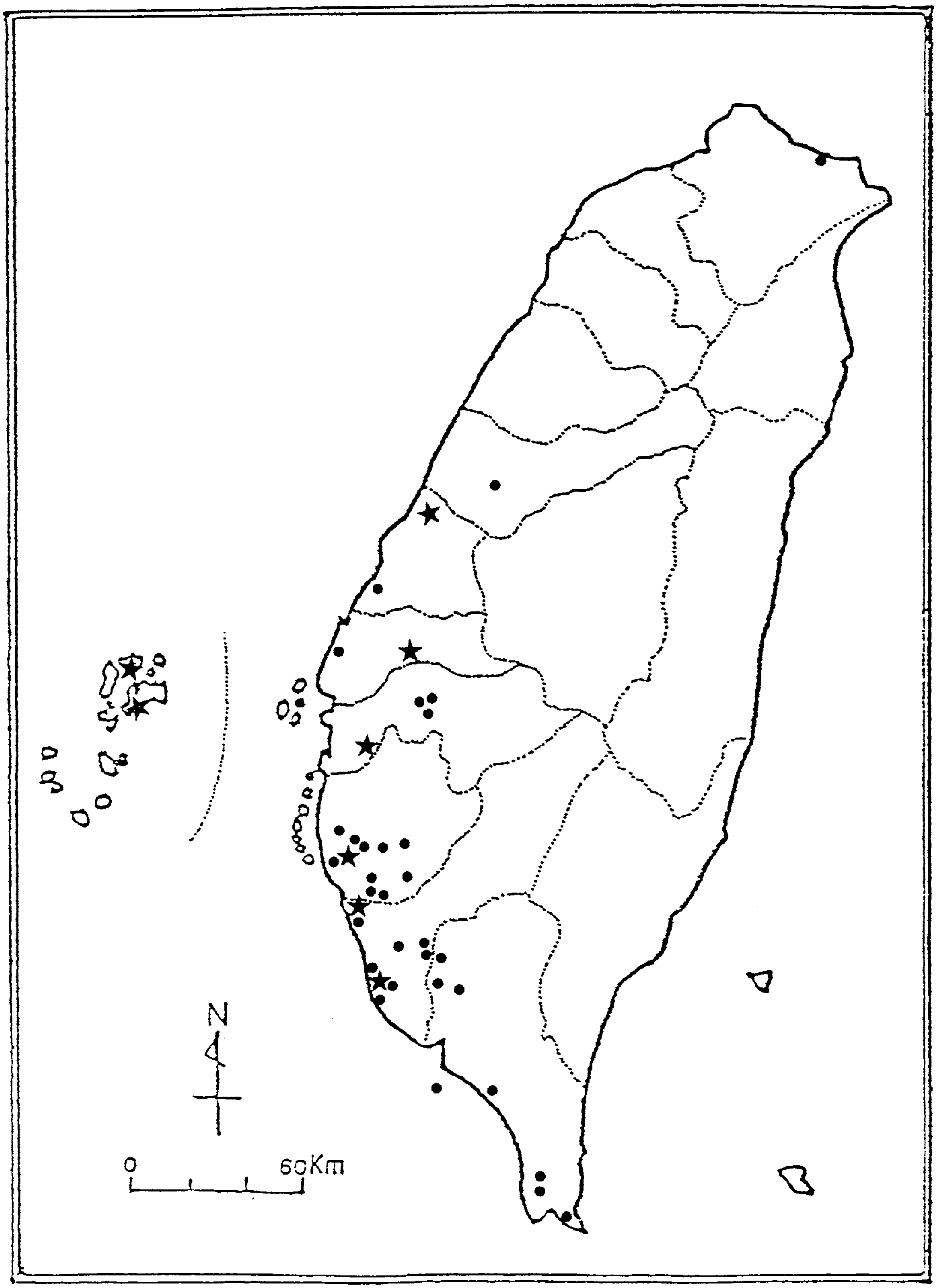


圖 13. 虎掌藤及變葉立牽牛在台灣的分布圖

Fig.13. Distribution map of *Ipomoea pes-tigridis* (●)
and *I. polymorpha* (★)

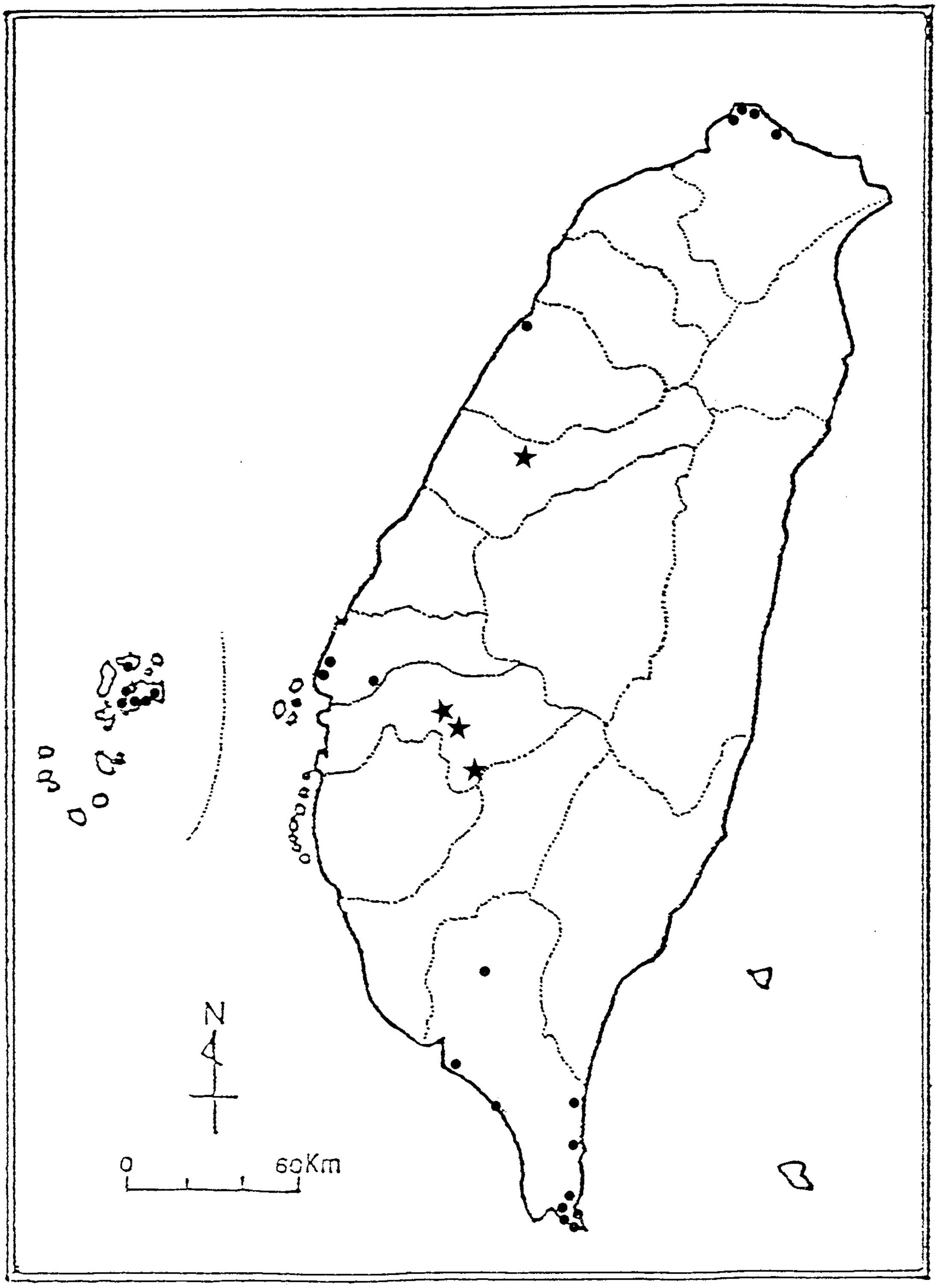


圖 14. 圓萼牽牛及厚葉牽牛在台灣的分布圖

Fig.14. Distribution map of *Ipomoea staphylina* (★) and *I. stolonifera* (●)

圖 15. 大星牽牛及紅花野牽牛在台灣的分布圖

Fig.15. Distribution map of *Ipomoea trifida* (*)
and *I. triloba* (●)

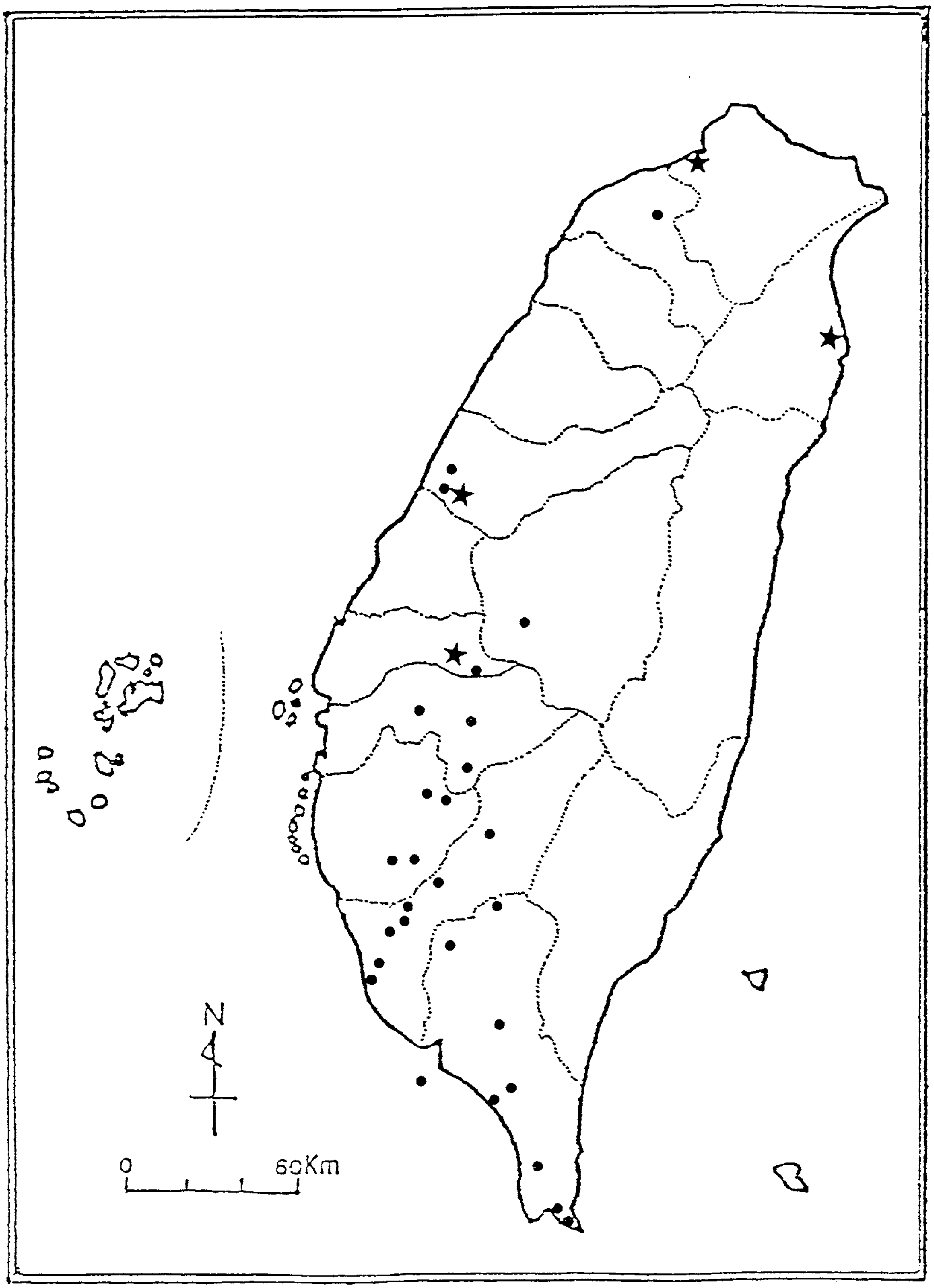


圖 16. 娥房藤及藍花娥房藤在台灣的分布圖

Fig.16. Distribution map of *Jacquemontia paniculata* (●)
and *J. tamnifolia* (★)

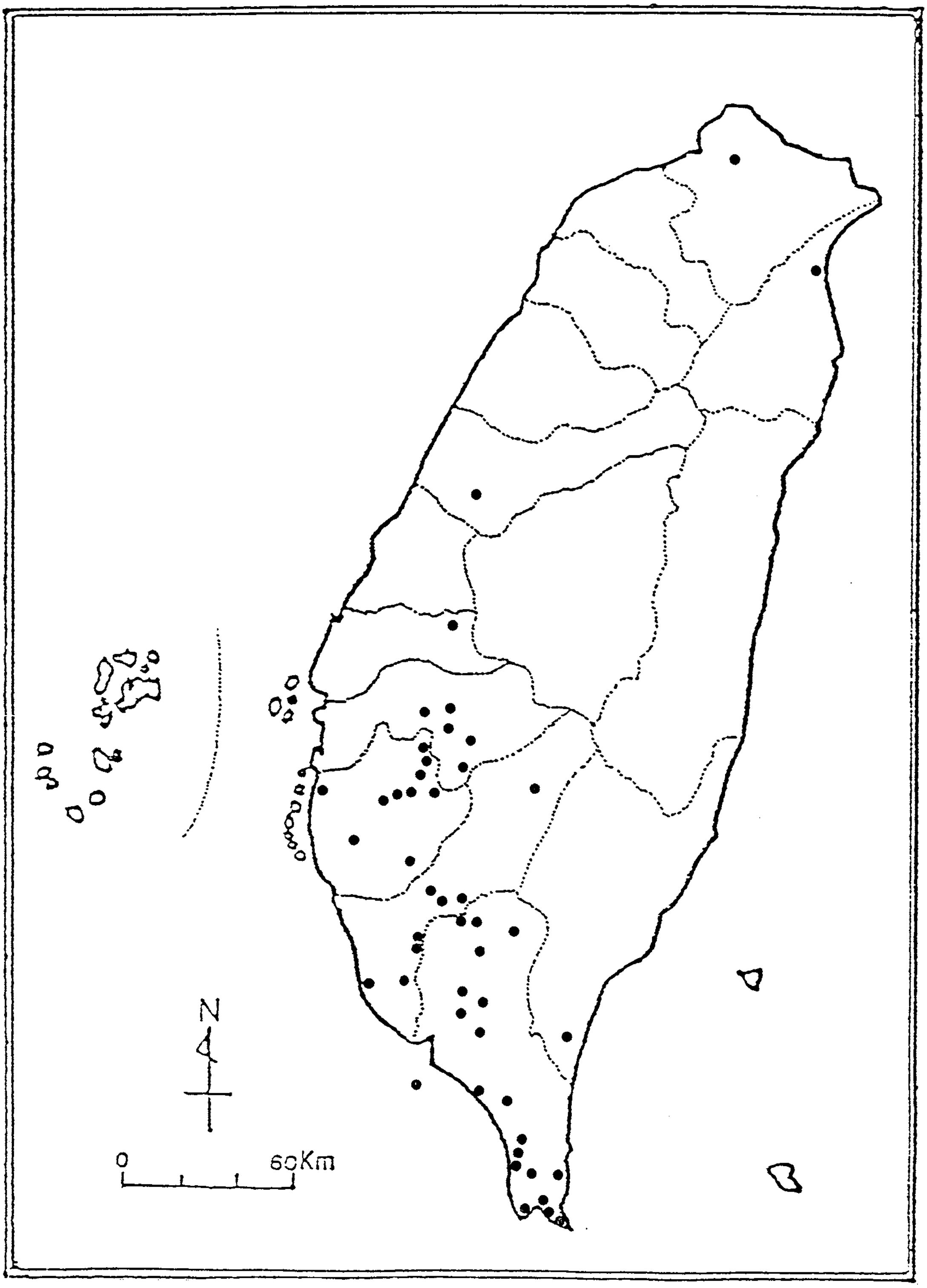


圖 17. 菜欒藤在台灣的分布圖

Fig.17. Distribution map of *Merremia gemella* (●)

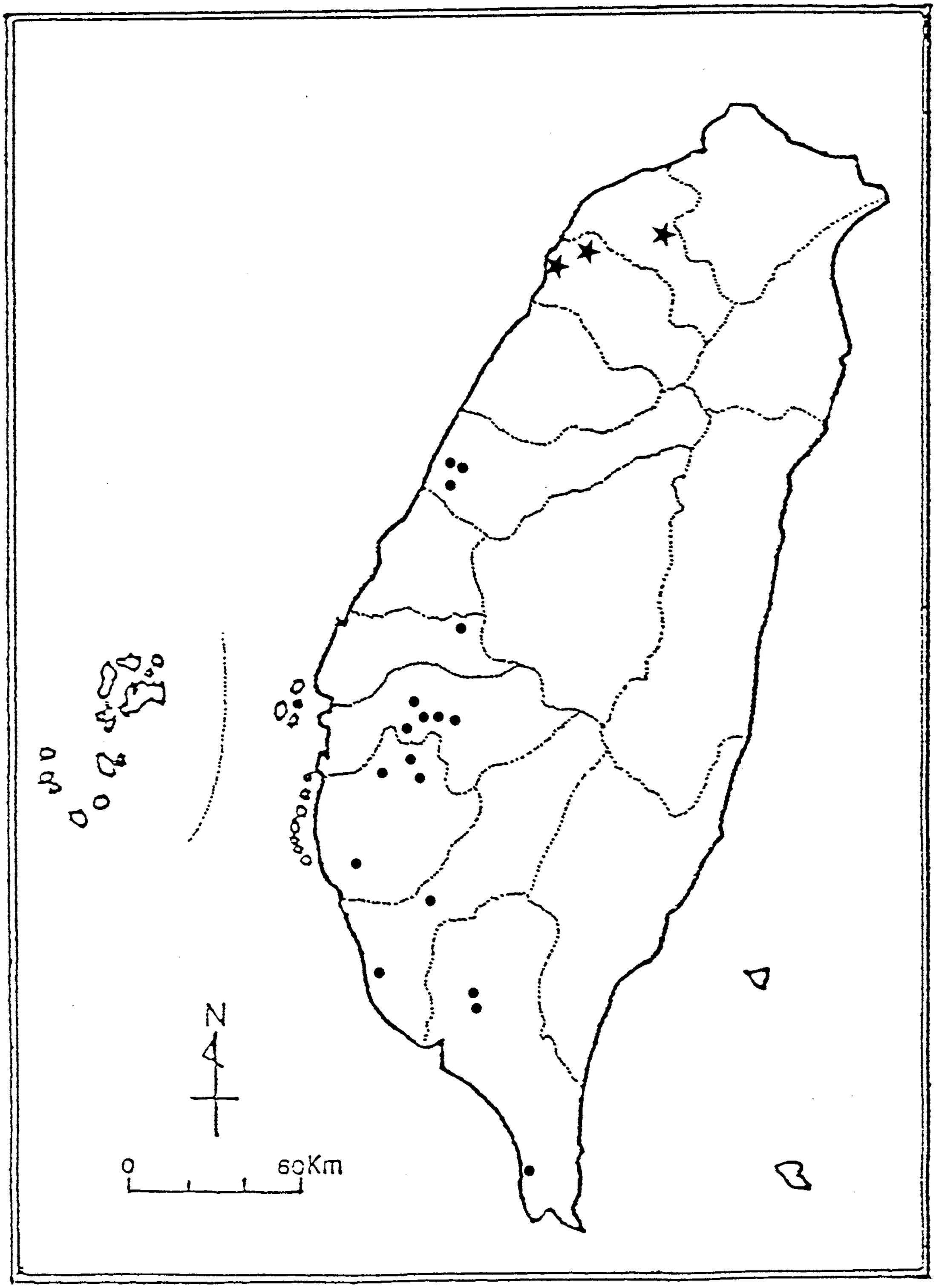


圖 18. 卵葉姬旋花及變葉姬旋花在台灣的分布圖

Fig.18. Distribution map of *Merremia hederacea* (●) and *M. hirta* (★)

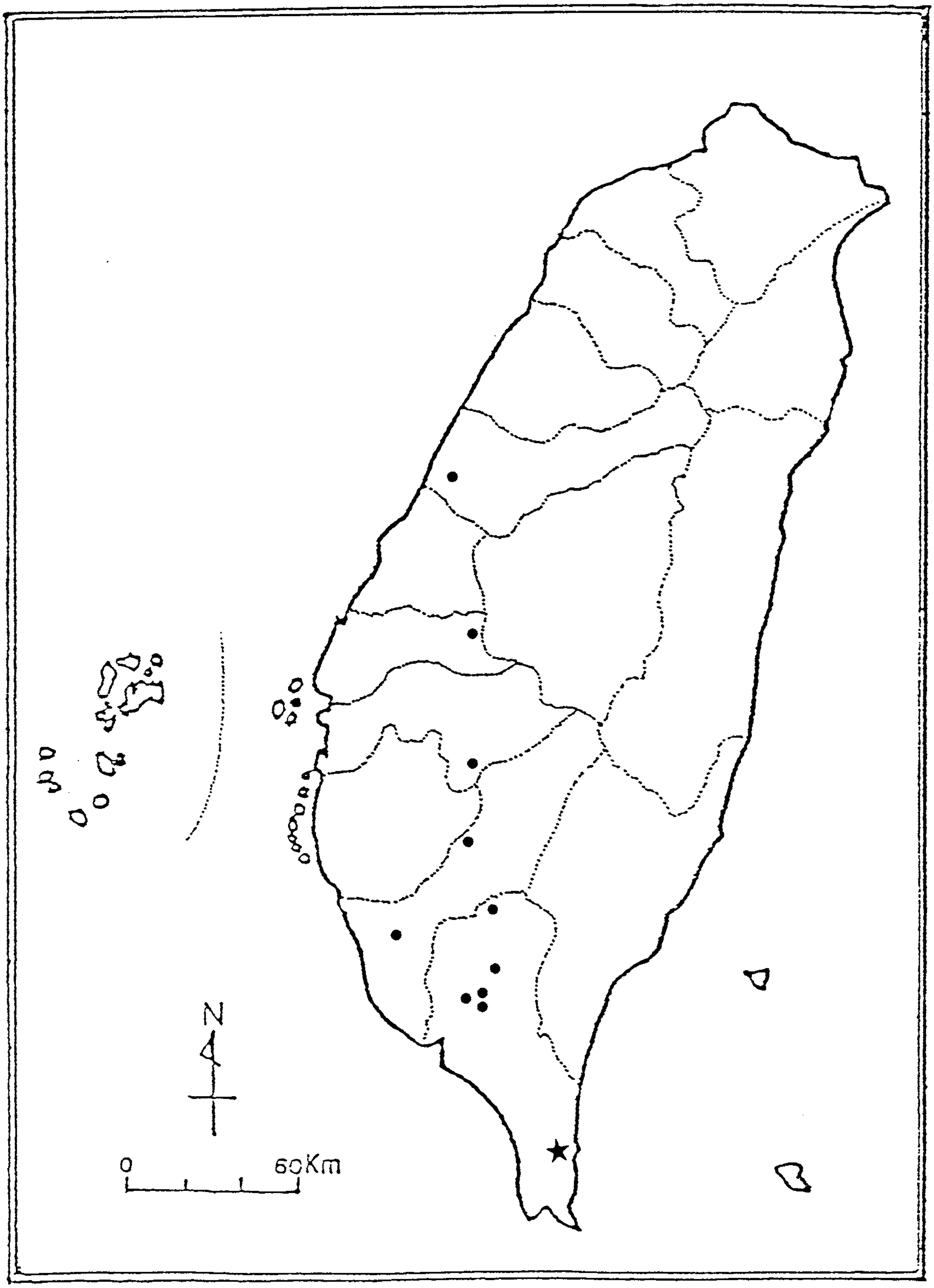


圖 19. 掌葉姬旋花及紅花姬旋花在台灣的分布圖

Fig.19. Distribution map of *Merremia quinata* (●) and *M. similis* (★)

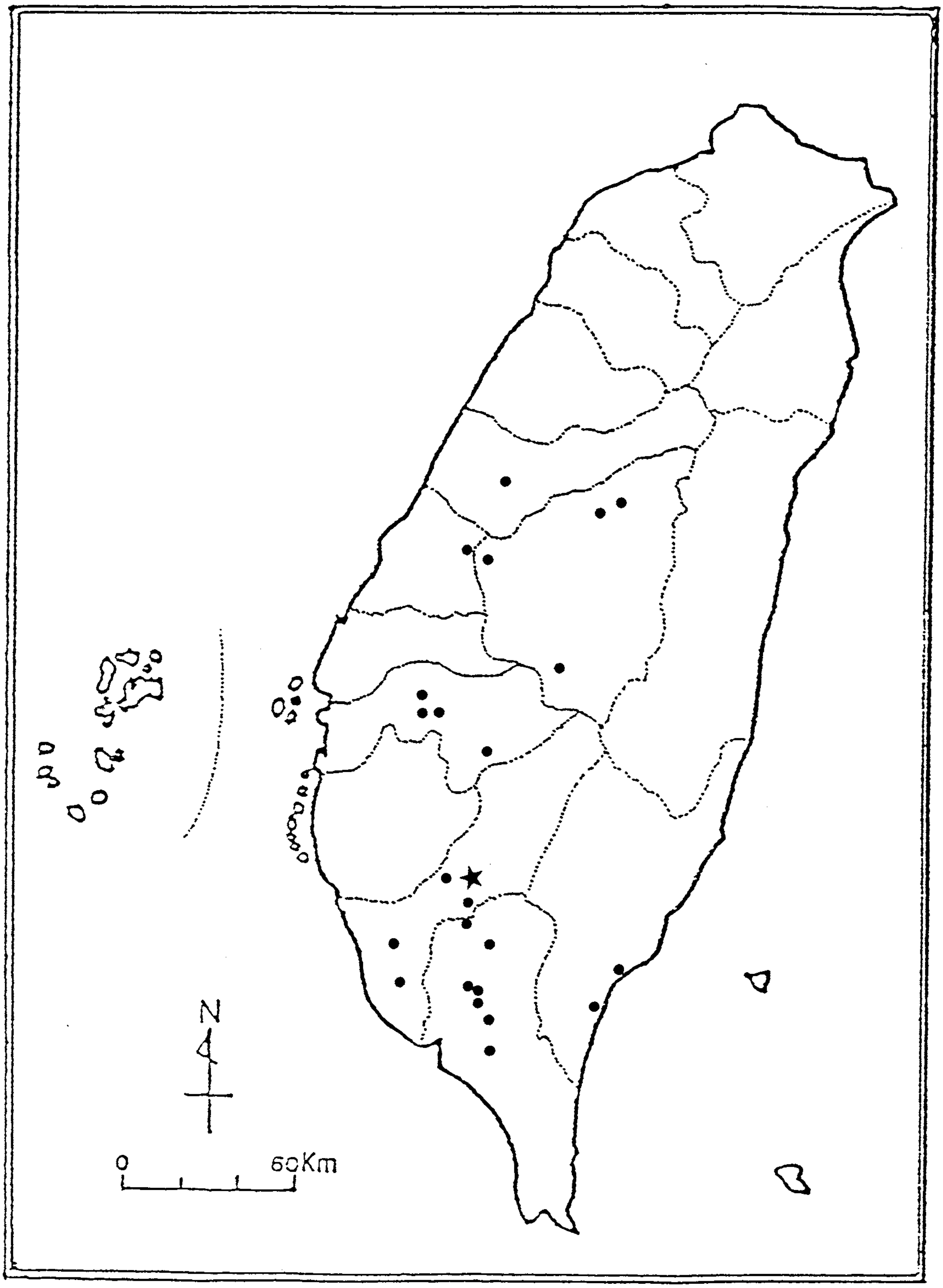


圖 20. 戟葉菜欒藤及毛姬旋花在台灣的分布圖

Fig.20. Distribution map of *Merremia tridentata* ssp. *hastata* (●) and *M. umbellata* ssp. *orientalis* (★)

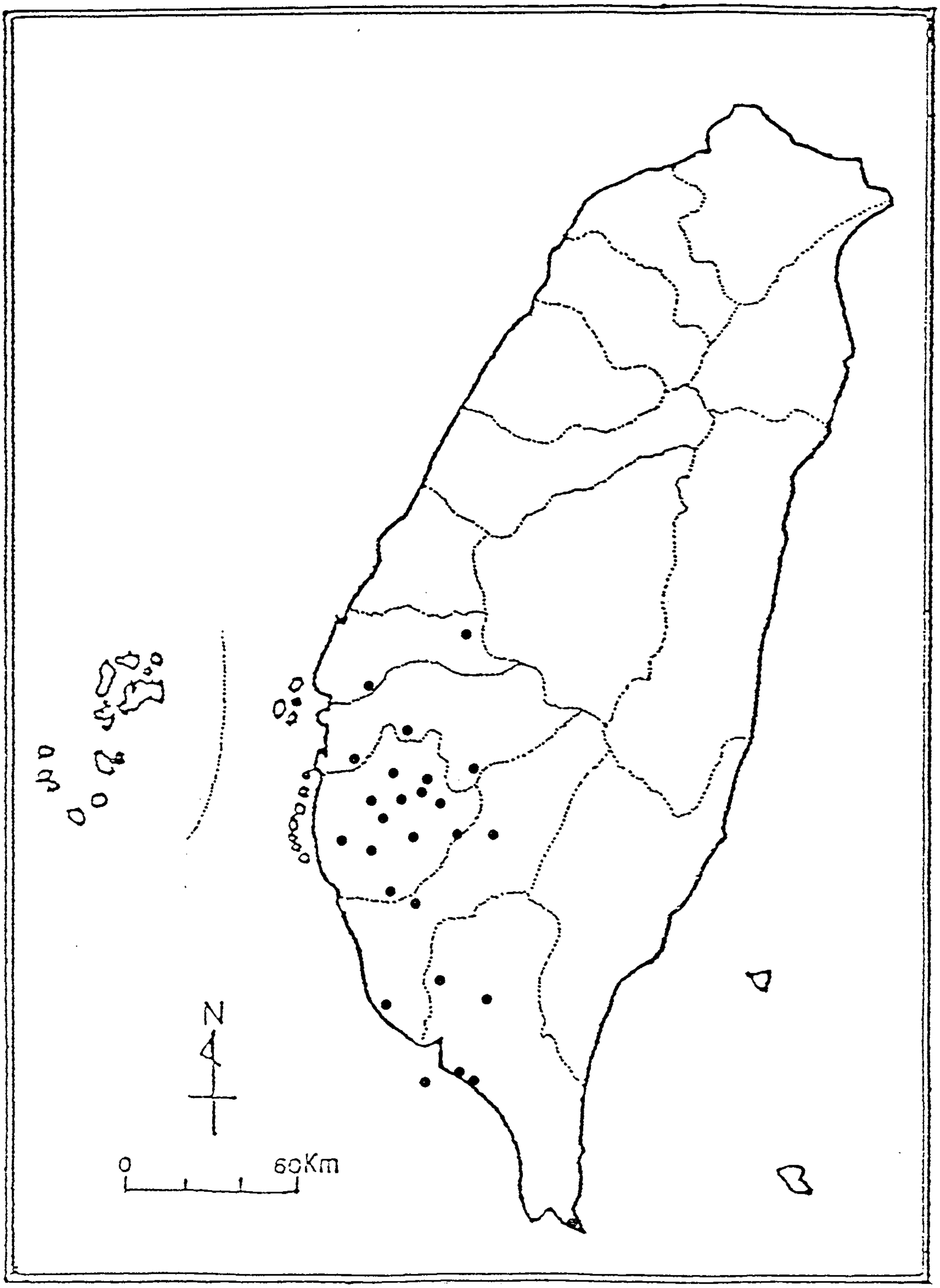


圖 21. 盒果藤在台灣的分布圖

Fig.21. Distribution map of *Operculina turpethum* (●)

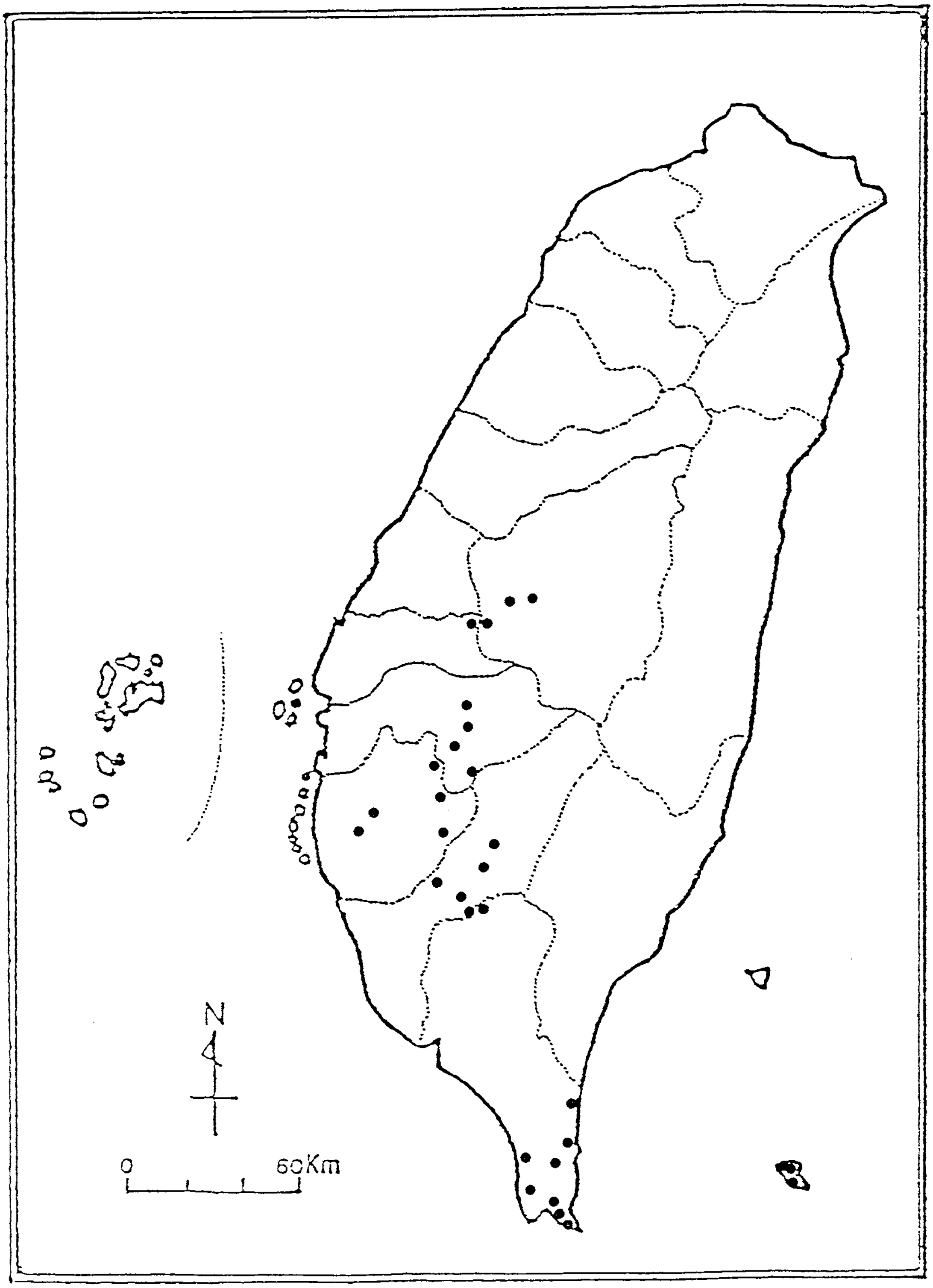


圖 22. 大萼旋花在台灣的分布圖

Fig.22. Distribution map of *Stitocardia tiliaefolia* (●)

Root Crop Yield Improvement, Processing and Utilization : 87~134 (1994)

The Collection of Related Wild Species of Sweet Potato and Its Distribution in Taiwan

Hsin-Fu Yen
Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI,
Chiayi, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

Sweet potato, a plant species native to tropical America, belongs to the family of Convolvulaceae. Including 15 introduced species, 14 genera and 58 taxa of this family have been recorded in Taiwan. The abundant gentic resources are considered of pivotal importance in the task of varietal improvement of sweet potato. Most sweet potato-related wild species are found under 700-m elevation and are common in the southern part of Taiwan. The exceptions are *Cusucta japonica* var. *formosana, Dichondra , micrantha Evolvulus alsinoides, Ipomoea biflora, I. indica,* and *I. triloba* which are also recorded in regions of 1,500 m in elevation. *Calystegia soldanella* and *Merremia hirta* are found only in the northern part of Taiwan. In terms of growing habitat, most species grow well in areas facing the sun. However, *Argyreia acuta, Erycibe henryi, I. digitata* and *I. staphylina* could also be found in margins of forest. In addition, *Calystegia soldanella, I. pes-caprae,* and *I. stolonifera* are observed frequently on coastal beaches.

(Key words : Sweet potato, wild species, germplasm, classification, distribution.)

甘藷同功異構酶之分析與利用

羅筱鳳
中國文化大學　園藝系

陳榮芳
中央研究院　植物研究所

摘　要

有關同功異構酶的分析與利用目前在各主要作物已有不少之報告，然甘藷在這方面的研究仍極爲有限。此與甘藷本身遺傳背景之複雜性及組織成份物質對酵素活性分析之干擾有或多或少之關係。近年來雖有一些新型分子標誌因子分析法，如核酸限制內切酶多形性分析及利用聚合酶連鎖反應所導來之逢機擴增多形性DNA等，然同功異構酶分析法仍不失爲較簡單、易學、經濟且快速之分析法，其分析所需之組織量少，且幾乎各類型之組織均可利用來作分析，在應用上仍有其優點。本報告即針對目前有關甘藷同功異構酶已見報之資訊，及本研究小組近年來在甘藷同功異構酶分析與利用上之探討作一綜合性之報告。所討論之酵素主要以具多形性酶譜之酵素如酒精去氫酶、β－澱粉酶、磷酸化酶、過氧化酶、黃遞酶、酯酶、磷酸葡糖變位酶、蘋果酸去氫酶、蘋果酸酵素、磷酸葡糖異構酶、6-磷酸葡糖去氫酶、穀草酸轉氨酶、莽草酸去氫酶、甲基萘酶、還原酶及胰蛋白抑制酶等。

（關鍵詞：甘藷、同功異構酶、品種鑑定、農藝性狀、酵素活性）

前　言

甘藷(*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)係世界上主要的塊根作物之一，由於其生長勢健，適應性廣，利用性多，且易於管理，對於開發中及熱帶地區的國家尤有其經濟上之價值。然由於其爲六倍體(hexaploid)，加上一般具有自交不和合性(Self-incompatibility)，在甘藷育種改良上憑添了不少困難度與複雜性。近年來，由於生物技術之發展，不少分子、生化遺傳標誌因子紛被利用來當作作物種源、品種鑑定、雜交種之鑑別、基因連鎖圖譜之構築以及這些分子、生化標誌因子與重要農藝性狀相關性研究之重要工具。同功異構酶(isozymes)是分子、生化標誌因子中發展較早，且較有系統的一種，其主要優、缺點已有多篇報導[3,18,23]，不再此贅述。有關主要作物同功異構酶之研究與利用，Tanksley and Orton已有專書介紹，其列舉之作物涵蓋玉米、小麥、大麥、燕麥、水稻、番茄、馬鈴薯、煙草、苜宿、大豆、向日葵及草莓等，有關甘藷在此方面之報導則付之闕如。其在在此方面研究落後之原因，除了本身遺傳的複雜性外，甘藷葉片本身中一些多酚化合物(polyphenohic compounds)之

干擾有或多或少之關係。雖然甘藷本身有複雜的遺傳組成，然其一般係利用無性法繁殖，因此，分子、生化標誌因子之利用應仍有其價值，隨著異構酶分析技術之改進，例如活性炭(active carbon charcoal)、聚乙烯、咯烷酮(polyvinylpolypyrrolidone)及一些抗氧化劑如β-巰基乙醇(beta-mercaptoethanol)等之利用，近幾年來甘藷同功異構酶之分析已有了若干進展[1,6,11,21]。本報告即針對目前有關甘藷同功異構酶分析與利用之現況及本研究小組目前一些研究結果作綜合性之報告，以提供甘藷種源鑑別、育種改良上之參考。

內　　容

一、近十五年來的甘藷同功異構酶分析

較早在1978年日本的Kagoshima大學即有有關甘藷品種間酯酶(esterase)及過氧化酶(peroxidase)之變異性報告，惟該報告在地域性期刊發表，無從搜集得。在中國大陸1988年Xue等[24]亦利用甘藷過氧化酶酶譜探討甘藷栽培種與近緣種間之歧異度，徐州甘藷研究中心在1990年並有甘藷過氧化酶同功酶分析技術之報導[2]，此外芮氏等[1]並有利用超氧物歧化酶(Superoxide Dismutase；SOD) 之活性爲抗逆境種源篩選之指標之報告。此外，Matsuno and Uritani[15]亦報導甘藷根組織同功異構酶可因受割傷或乙烯處理而誘導出一陰向移動條帶，但受眞菌感染而罹病之組織該條帶則沒那麼明顯，而Muto and Uritani[17]亦分析出甘藷根組織之磷酸葡糖酸去氫酶 (6-phosphogluconate dehydrogenase) 無論正常或受傷之組織均具有三型同功異構酶。Zhu and Thompson[25]在甘藷*I. batatas*和其近緣種*I. trifida*間葉與花粉組織其磷酸葡糖異構酶(phosphoglucose isomerase)之研究中指出該酵素分由二至五基因座控制，且顯然係由二聚體分子構成。Kennedy and Thompson[11]利用九個甘藷栽培品種包括：Centennial, Jasper, Jewel, MD708, Regal, Southern Delite, Travis, Vardaman和W216進行酒精去氫酶(alcohol dehydrogenase, ADH; EC 1.1.1.1)，黃遞酶(diaphorase, DIA; EC 1.6.4.3)，酯酶(esterase, EST; EC 3.1.1.2)，穀胺酸去氫酶月(glutamate dehydrogenase, GDH; EC 1.4.1.2)，磷酸葡糖異構酶(phosphoglucose isomerase, PGI; EC 5.3.1.9)，異檸檬酸去氫酶(isocitrate dehydrogenase, IDH; EC 1.1.1.42)，蘋果酸去氫酶(malate dehydrogenase, MDH; EC 1.1.1.37)，蘋果酸酶(malic enzyme, ME; EC 1. 1.1.38)，六磷酸葡糖去氫酶(6-phosphogluconate dehydrogenase, 6PGD; EC 1.1.1.44)，磷酸葡糖變位酶(phosphoglucomutase, PGM; EC 2.7.5.1)莽草酸去氫酶(shikimate dehydrogenase, SKDH; EC 1.1.1.25)和黃嘌呤去氫酶(Xanthine dehydrogenase, XDH; EC 1.2.1.37)等十二種酵素之酶譜分析，結果顯示九種酵素即ADH, DIA, EST, GDH, GPI, MDH, ME, 6PGD, PGM及SKDH均具多形性，可資分辨測試之九品種。此外，Reyes and Collins[21]亦利用*I. trifida*和*I. batatas*進行七種酵素，即過氧化氫酶(catalase, CAT; EC 1.11.1.6)　，PGM, PGI，

穀草轉胺酶(glutamatic oxaloacetate transaminase GOT; EC 2.6.1.1)，甲基萘醌還原酶(menadione reductase , MNR; EC 1.6.99. 2)，SKDH及MDH之種內及種間酶型之多形性分析比較。在甘藷胰蛋白抑制酶(Trypsin inhibitor, TI)之研究上，Lin[14]亦指出不同甘藷組織亦具異構酶，且利用胰蛋白抑制酶之活性分析很明顯可利用於甘藷品系之分類，田間試驗亦顯示胰蛋白抑制酶之活性明顯與一些農藝性狀有正相關之情形。此外，Kumagai et al.[12]亦報導了甘藷貯藏根中有缺乏或極少β-amylase含量之品系，這些缺乏正常β-amylase活性之品系被認爲有極大之潛力可用於加工製造，其並發展了一套快速檢定β-amylase酵素活性之方法，由其遺傳分析顯示β-amylase之活性由單一隱性基因控制。

本研究小組這幾年來致力於甘藷同功異構酶分析與利用方面之研究，所分析的酵素計有α-澱粉酶(α-amylase, α-AM; EC 3.2.1.1)，β-澱粉酶(β-amylase, β-AM; EC 3.2.1.2)，磷酸化酶(phosphorylase, PP; EC 2. 4.1.1) ，過氧化酶 (peroxidase, PX; EC 1.11.1.7)，酸性磷酸酶 (Acid phosphatase, AP; EC 3.2.1.2)，多酚氧化酶(Polyphenol oxidase; EC 1. 14.18.1), MDH, GOT, PGI, EST等，其中除AP, PGI與 PP 缺乏變化外，其他酵素均有多形性之情形，並利用各品系間酶型之不同進行酶型與農藝性狀間相關性之分析，初步結果顯示，部分酶型與一些農藝性狀間確有相關之情形，頗值得推敲。以下即針對上述具多形性異構酶之各酵素稍加說明：

酒精去氫酶(alcohol dehydrogenase, ADH)：在Kenndy and Thompson[11]之分析中甘藷ADH酶型主要有二型，其中較多數品系具有二條帶分在距原點5及15mm處，而有些品系則在上二條帶之外，在基部又多了一粗一細之條帶可供辨識。

β-澱粉酶(β-amylase, β-AM)：甘藷葉片與細根的β-AM酶型有明顯之不同，以台農66與台農67爲例，一般甘藷葉片有2-6個條帶，而細根則祇有一粗條帶，且通常在移植50天以上才出現此條帶，一般台農66號葉片的條帶較淡，而台農67號之紅皮與黃皮則有三條與六條細條帶之區別，且台農67之六條帶中有二條帶不穩定，非每一樣品均可分析得，而此兩品種小塊根均祇有一明顯之粗條帶位於Rf值約0.30處，其下偶而伴隨著一細條帶 (此細條帶不穩定，部分樣品無法分析得)。Kumagai et al.[12]報導在甘藷種源中有無或低β-amylase之品系存在，然其酶型如何或其酶型類別與甘藷澱粉酶含量間有無關係則並未見報導。

磷酸化酶(Phosphorylase, PP)：在甘藷之PP異構酶的分析上，葉組織與根組織有明顯之區別，兩測試品種台農66號與台農67號間亦有些許之不同，台農66號葉片組織通常在Rf值0.03－0.05處有一條帶，而台農67號則有兩條帶但活性一般均很弱，而貯藏根則在Rf值0.25處，此兩品種均有一條帶，惟該條帶台農66號似比台農67號稍快些，而一般細根(fibrous root)則活性較不明顯。

過氧化酶(Peroxidase, PX)：有關甘藷PX酶譜分析之報告，早在 1972年日本之Matsuno and Uritani[15]即比較甘藷根經black rot fungus(Ceratocystis fimbriata)

感染、乙烯處理及割傷後其過氧化酶活性及酶譜之變化分析，其報告顯示甘藷根至少有A-H八個成分帶組成，其中A-F爲陽向條帶，G與H爲陰向條帶。本研究室先前利用水耕培養探討甘藷在不同氮、鉀濃度下其PX酶譜之穩定性分析，結果顯示PX之酶譜在甘藷鬚根至少有A1-A19個陽向條帶，且存在C1及C2兩個陰向條帶。而在葉與藏塊根之酶型中，根相對之條帶較少，惟亦至少有7-12條陽向帶。陰向帶則在葉組織有一條，而塊根一般不易分析得，其中C2之條帶與Matsunoand Uritani[15]報告中之H成分頗類似，彼認爲H成分之形成與組織受割傷及乙稀之處理有關。在吾人水耕栽培穩定性分析中台農66號酶型之濃度一般顯比台農67號的來得濃，而PX之主要條帶不受氮及鉀施用量之影響，但部分條帶相對濃度確有或多或少之不同，且成熟之組織一般過氧化酶之條帶變少且較不明顯。在中國大陸亦有利用甘藷不同部位、膠体、抽取液而產生酶譜差異性之報導[2]，而本研究小組亦利用此PX酶譜分析方法進行酶譜與農藝性狀相關性之分析，將在後面章節報告。

黃遞酶(Diaphorase, DIA)：DIA酶型有7-8條帶，目前至少有二型被發現。在本研究小組之分析結果顯示甘藷品系中之DIA酶譜在Rf值約0.58至0.48處有一帶具有快慢二型，而Kenndy and Thompson亦報告品種間有二不同酶型出現，惟其兩型之差別在於距原點30mm處一條帶之有無。由於所用分析條件不一，所以兩報告間之差異很難解釋，惟DIA異構酶品種間酶譜具差異性則是一致的。

酯酶(Esterase, EST)：EST之酶型依據本研究小組之分析結果，葉片EST酶型計可分三個條帶區，第一個條帶區位於Rf值0.18處有一較淡之條帶，且部分品種缺乏此條帶，第二條帶區位於Rf值0.19至0.23間有3-5不等之條帶，且依其條帶之粗細及有無可區別成5型，另在Rf值0.28-0.29間部分品種具兩細條帶，而有些則無；然Kenndy and Thompson[11]之報告中甘藷EST之酶譜型僅在距原點約48mm發現具有快、慢及同時具該兩條帶之變型可供分辨。

磷酸葡糖異構酶(Phosphoglucose isomerase, PGI)：PGI之酶譜據報至少有三型，其酶譜一般在距原點 28mm 有一條帶爲各品種所共有，惟在其下則有一至二條帶各品種不等，且移動速率亦有差別，但在本研究小組分析中，該區域之條帶較爲模糊不易區別出GPI之變型。Reyes and Collins[21]在I. trifida與I. batatas之報告中亦指出PGI至少有三型，而該三型之特徵爲最前頭具有一共同條帶，而在其下則有另一條帶具快、中、慢三型，顯與Kenndy and Thompson[11]之報告有類似處。

蘋果酸去氫酶(Malate dehydrogenase, MDH)：MDH之酶譜分析，在本研究小組之報告中曾提及其有一條區具快、中、慢三型，此與Reyes and Collins[21]及Kenndy and Thompson[11]之報告均有相仿之處，惟該兩報告均祇發現二型而已，且其中一型爲異型分子所致，此外在此變異區上下分別亦有2－4條帶係各品系所共有。

蘋果酸酵素(Malic enzyme, ME)：在Kenndy and Thompson[11]之初步分析中，ME計有三酶型被發現，此三型分具一至三條帶不等，第一型具三條帶分在距原點7.5、

11及15mm處，第二型則與第一型同具三條帶，惟其中在7.5mm位置之條帶爲9mm位置之條帶所取代，而其第三型則僅具位於9mm之一條帶，且具第三型之品種數還占大多數。

磷酸葡糖變位酶(Phosphoglucomutase, PGM)：PGM之酶型目前據報告至少有三型，其中Kenndy and Thompson[11]指出其酶譜A、B兩型有二條共同之條帶分在距原點約30及27mm處，第三條帶則分在23及24mm處，C 型則有一位於24mm之條帶與B型相似，而上另有二條帶，惟似乎均比A、B型中30及27mm處之條帶慢些，分在29及26mm處。另一報告則祇發現距原點較近之一條帶具有快、中、慢三型，兩報告之結果頗爲接近。

六磷酸葡糖去氫酶(6-phosphogluconate dehydrogenase, 6-PGD)：目前所知甘藷6－PGD之酶譜一般具有六個條帶，其中與原點接近之四條帶各品系均一致，惟上二條似乎以二聚体形分有快、中、慢三型可供品種鑑別上之判定。Muto and Uritani[17]以Sephadex G200 gel filtration及電泳法分析甘藷根之6-PGD，亦發現甘藷根至少有六條異構酶帶型。

莽草酸去氫酶(Shikimate dehydrogenase, SKDH)：目前有關SKDH之酶譜條帶數雖有不同，然所發現之變型均祇有二型Kenndy and Thompson[11]指出SKDH有5-6條帶，一般品系均有其中五條帶，僅有些品種在距原點約14mm處多出一條帶，而Reyes and Collins[21]則有具單一條帶，然有快、慢兩型之報導。

穀草轉胺酶(Glutamatic oxaloacetate transaminase, GOT)：本研究小組初期對GOT酶譜分析顯示其可分成三帶條區，第一區位於Rf值0.15處，一般具有一條帶惟部分品種闕如，第二區約位於Rf值0.29處，爲一般品系所共同，第三區則位於Rf值0.31－0.33處，至少具有快、中、慢三型可供辨識，而Reyes and Collins[21]則稱甘藷GOT具三條帶區，第一條帶區在距原點約15mm處，此條帶區一般品種均有，第二條帶區則位於距原點30至24mm處，有快、慢兩型，第三條帶區位於距原點33至39mm處有快、中、慢三種類型可供 *Ipomoea* 種之鑑別。

甲基萘醌還原酶(Menadione reductase, MNR)：MNR之酶譜美國北卡州立大學之分析報告[21]指出其在 *I. trifida* 與 *I. batatas* 均有之，惟一般僅具有一條帶，且該條帶品種間顯有快、慢兩變型可供分析利用。

胰蛋白抑制酶(Trypsin inhibitor, TI)：據林[14]之報告甘藷TI之酶譜隨分析之組織而有所不同，其中僅一條分子量約20500係屬大部分組織例如莖、葉、芽、根等所共有，分子量15200和14100之條帶則爲莖、葉所共有，而25500和22200則爲芽與初出根所有，而休萌根則多出分子量39000、36600、34800、33100、21200和18000之條帶，這些條帶中，品種間亦偶有不同，如在莖分子量29400、27200及22200的條帶出現在台農64號，而在台農57號缺如，足見TI圖譜亦可供品系辨別之用，林等亦證明了TI活性可供甘藷品種分類之依據。

此外，尚有 TI 之活性與一些重要農藝性狀有關聯性之報告，容後再論。以上係針對甘藷酵素異構酶見報之酶譜多形性分析報告，另像酸性磷酸酶、異檸檬酸去氫酶、多酚氧化酶、黃嘌呤去氫酶及過氧化氫酶等亦曾被分析過 ，惟因缺乏變異或解析度不良而未見報者亦不在少數。

二、甘藷同功異構酶之利用

同功異構酶之利用在其他作物已非常普遍[23]，惟在甘藷仍十分有限，此與甘藷本身遺傳之複雜性與材料之特異性有關，異構酶之利用有賴其酶型具多形性，且多形性之類別越多越有利於分類上之檢定。然由於甘藷係屬六倍體，常有遺傳劑量效應，即相同對偶基因累積之數目越多，帶型之顏色濃淡則會有所差別，這也是爲什麼在酶譜分析上常有帶型顏色濃淡差異之主因。然異構酶之分析係以分辨帶型之有無爲主，在濃淡之分辨上有時較爲困難，惟適當之取量、定量與重覆亦可分辨條帶濃淡之眞實性。此外，一般甘藷葉由於含有較高量之多酚化物，對於酵素活性染色亦有或多或少之影響。例如 Reyes and Collins[21]在分析 *Ipomoea* 各物種酵素異構酶之遺傳檢定試驗中就曾利用了約20種以上之分析系統，結果在酵素活性染色下，酶譜之解析度足夠辨識參與分析者僅有七種酵素，此亦是異構酶分析不利於甘藷之利用之原因之一。以目前言，有關之應用仍以種源與品種之鑑定爲最普遍，然在本研究初步之分析研究中，利用酶型與農藝性狀相關性之情形或可利用於一般育種選拔或抗逆境品系篩選之工作，以下係針對目前甘藷同功異構酶利用上之報告：

(一)種源或品種之鑑定：

在甘藷種源或品種之鑑別上，Kenndy and Thompson[11]利用ADH、DIA、EST、GDH、GPI、IDH、MDH、ME、6PGD、PGM、SKD、XDH等十二種酵素以甘藷 *Ipomoea batatas* (L.) Lam.之品系如Centennial、Jasper、Jewel、MD708、Regal、Southern Delite、Travis、Vardaman等進行品種酶型之分析比較工作，12種酵素中僅GDH、IDH及XDH三種酵素不具多形性，其他酵素至少多具兩種以上之類型，而九個品種可成功地利用上述九個具多形性酵素中的5個分辨出，可見在甘藷之異構酶酶譜仍有充分之變異性來進行品種間之鑑定工作。Reyes and Collins[21]亦利用了七種酵素即CAT、PGM、PGI、GOT、EST、MNR、SKD和MDH之異構酶，探討甘藷近緣種 *Ipomoea trifida* (H.B.K) G. Don之二倍體(diploid)、四倍體(tetraploid)和六倍體族群及甘藷間異構酶型因子間之相互關係。在所檢測之酵素中除CAT及EST兩酵素缺乏變化外，其餘六種酵素之酶型至少代表了13個遺傳基因座上之24個對隅基因，由於甘藷係多倍體且一般不易雜交結子，因此，其利用二倍體材料之遺傳分析來推導此等異構酶基因之遺傳。所有多倍體之族群被發現與 *I. trifida* 之二倍體共有相同數目之異構酶基因，而像PGM及PGI，則顯現有重覆基因在多倍體系列中，而其中MNR之因子則只在多倍體中出現，兩物種間亦有很多相似性。此外，Morrison et al.[16]在甘藷貯藏過程中 α 與 β -amylase改變

之研究中亦輔以β-amylase之電泳圖譜分析，而提出至少有二種機制與主食用甘藷缺少澱粉水解並與甜度有關，即(1)是β-amylase之合成被抑制與(2)缺乏β-amylase之酵素，而種源中缺乏β-amylase酵素者(即缺乏一48KD之β-amylase蛋白)可利用電泳分析分辨之。

(二)酵素活性、酶譜與農藝性狀相關性之探討：

在甘藷有關酵素活性與農藝性狀相關性之報導較多，例如Bouwkamp et al.[15]即指出甘藷蛋白質含量與胰蛋白抑制酶之含量有正相關，且胰蛋白抑制酶與甘藷之乾物重亦有著密切之關係，Lin[14] 亦認為甘藷胰蛋白抑制酶之活性與農藝性狀像莖與根之乾物重、根之澱粉含量等有著正相關；芮氏等1990年[1]亦指出SOD活性高並在逆境下增大之品種抗逆境性強，可提供甘藷種源抗逆境篩選之參考；Garner et al.[8]即証明 IAA 之含量及 IAA-oxidase 之活性與甘藷由鬚根改變為貯藏根有著密切之關係；Kumagai et al.[12]亦指出甘藷品系中有些因子型其貯藏根缺乏β-amylase，在煮的過程中不會增加甜度很適合做主食之用，因此可利用貯藏根β-amylase之活性來區別其因子型；Morrison et al.[16]後來更進一步依甘藷種源其起初糖濃度及煮烤過程中之改變分為四大類：(1)低糖含量及低澱粉水解，(2)低糖含量／高澱粉水解，(3)高糖含量／低澱粉水解及(4)高糖含量／高澱粉水解。而一般主食型之甘藷在烤煮之過程中其甜味並未顯著增高，通常屬於第一或第二大類，屬於第一大類者通常即缺乏β-amylase，而第二大類則雖然能大量水解澱粉但其產生麥芽糖(maltose)之甜度與蔗糖、果糖或葡萄糖相較仍甚低，而一般美國傳統之甘藷品種屬於第四類。低糖品系1、2類型之區分可經由β-amylase之電泳分析來証實。

本研究室這幾年來在甘藷同功異構酶酶型之分析上除建立了若干酵素異構酶之分析方法外，並在1990年即利用在不同品系上分析得之酶型直接利用與農藝性狀相關性及在逆境下酶譜變化之分析上。例如吾人曾利用甘藷葉片酵素如DIA、MDH、PX與PP之多形性酶譜分析探討其與35個甘藷品系之一些農藝數量性狀如可販賣塊根數、可販賣根鮮重、不良塊根數、不良塊根鮮重與地上部鮮重等，及塊根之化學組成如乾物含量、蛋白質含量、糖含量、澱粉含量與纖維含量等，利用單因子變方分析，進行每一酵素酶型與各性狀間關係之分析，結果顯示部分酶型與一些數量性狀或塊根之化學組成分間有著密切關係。例如PX之酶型與塊根乾物含量、塊根糖含量與澱粉含量地上部鮮重，PP酶型與塊根糖含量；DIA酶型與地上部鮮重等均有顯著之相關。此外，吾人亦利用PX與EST之酶型探討其在高溫高濕逆境下其酶型與農藝性狀間關係之探討，所調查之農藝性狀包括：葉面積、總乾重、根與地上部比、葉綠素含量、根氧化力、含糖量、澱粉含量、葉片、葉柄、鬚根、中鬚根、塊根之乾重量與鮮重量等，結果亦顯示PX與EST之酶型間在若干農藝性狀上確有著顯著之差異，可見酶型之分析利用上與性狀之表現有著密切之關係。

利用酵素異構酶酶型選拔優良之農藝性狀，在玉米、稻米已有成功之例子

(7,19,20,22)甘藷其遺傳組成雖較爲複雜，然其一般品系係無性繁殖而來，異構酶酶型之選拔應有其可利用性。

結語與展望

甘藷係世界上利用性高之塊根作物，由於其多倍體與自交不和合性之本質憑添育種改良之困難度，所幸其具無性繁殖之特性，可提供優良異質體之直接固定栽培之便。近幾年來，有關分子標誌因子之分析、利用在各主要作物均頗有進展，惟甘藷在這方面稍嫌落後，同功異構酶之分析是此些分子標誌因子中最易分析且最爲經濟的方法，由於其所需利用之組織量少，且幾乎各部分之組織均可利用來分析，在應用上自有其好處，惟仍有其受限之處，例如分析所得之因子座較爲有限、部分酵素酶型較不穩定、後傳譯後之修飾及不同膠體成分、抽取液濃度對酶型之影響等，然由於一般外表形態之農藝性狀通常其遺傳行爲較爲複雜，且常有上位性、因子間作用、多效性之問題及許多性狀屬數量性狀由多對因子控制，並易受環境因子之影響。上述異構酶分析方法，如能建立標準化分析模式當可克服其若干不利之處。近幾年，分子標誌因子數目由於DNA限制酶內切片段多形性之利用(restriction fragment length polymorphisms, RFLP)而增加，及聚合酶連鎖反應所產生之逢機擴增多形性DNA(random amplified polymorphic DNA)之利用，方便了各作物遺傳基因圖之構築。而利用遍布於各基因組之分子標誌因子進行其與數量性狀因子間相關性之探討，近年來亦已有了報告。惟如前所述甘藷複雜之遺傳背景及雜交稔性之問題在基因圖之構築上恐非易事，惟由於其具一般無性繁殖之優點，在分子標誌因子之利用上仍有可爲，如能證明一些分子標誌因子與某些農藝性狀有直接、間接之關連，對於日後甘藷改良將有或多或少之助益。目前在種源及品種之鑑定上，分子標誌因子仍不失爲一輔助傳統鑑定法之有利工具。若干酵素其活性或酶型如亦証明確與一些農藝性狀有著密切之關係，對日後之應用將有很大之幫助。

誌　　謝

本文部分摘要結果係來自執行七十八年度至八十一年度農委會農糧處農建計劃補助及亞洲蔬菜研究發展中心之協助，謹在此表達誠摯之謝意。

參考文獻

1. 芮仁廉，聶毓琦，童紅玉，1990.　超氧歧化酶(SOD)作爲甘藷種質資源抗逆境參數的研究12：17-21。
2. 郭小丁，鄔景禹，1990. 甘藷過氧化酶同功酶分析技術探討。中國甘薯12：130-132。
3. 陳榮芳，1987. 生化遺傳標識因子在作物改良上之應用。科學發展月15：487-494。
4. Alber, B. S. B., M. D. Edward and C. W. Stuber, 1991. Isoenzymatic identification of quantitative trait loci in cross of elite maize inbreds. Crop

Sci. 31 : 267-274.

5. Bouwkamp, J.C., S.C.S. Tsou and S. S. M. Lin, 1985. Genotype and enviroment effects on the relationship between protien concentration and trypsin inhibitor levels in sweet potatoes HortScience 20 : 886-889.
6. Chen, L. F. O., H. F. Lo, T. H. Chen and L. Lee, 1992. Peroxidase zymograms of sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] grown under hydroponic culture. Bot. Bull. Acad. Sinica. 33 : 247-252.
7. Frei, O. M., C. M. Stuber and M. M. Goodman, 1986. Use of allozymes as genetic markers for predicting performance in maize single cross hybrids. Crop Sci. 26 : 37-42.
8. Garner Jr., J. O., H. F. Lo and L. Chen, 1989. IAA concentartion and the activities of IAA-oxidase and cell wall bound invertase in the sweet potato root system. HortScience 24(5) : 755.
9. Grafe, G. L., W. R. Fehr and S. R. Cianzio, 1989. Relation of isozyme genotypes to quantitative characters in soybean. Crop Sci. 29 : 683-688.
10. Kahler, A. L. and C. F. Wehrhahn, 1986. Associations between quantitative traits and enzyme loci in the F_2 population of a maize hybrid. Theor. Appl. Genet. 72 : 15-26.
11. Kennedy, L. S. and P. G. Thompson, 1991. Identification of sweet potato cultivars using isozyme analysis. HortScience 26(3) : 300-302.
12. umagai, T., Y. Umemura, T. Baba and M. Iwanaga, 1990. The inheritance of β-amylase null in storage roots of sweet potato, *Ipomoea batatas* (L.) Lam. Theor. Appl. Genet. 79 : 369-376.
13. Lande, R. and R. Thompson, 1990. Efficiency of marker-assisted selection in the improvement of quantitative traits. Genetics 124 : 743-756.
14. Lin, Y. H., 1993. Trypsin inhibitor of sweet potato : Review and prospect. (in press) In : Y. I. Hsing and C. H. Chou eds. Recent advancements on botany. Vol. II. In Commemoration of the 30th Anniversary of the Restoration of the Institute of Botany Academia Sinica, Taipei. Monograph Series No. 13. Institute of Botany, Academia Sinica.
15. Matsuno, H. and I. Uritani, 1972. Physiological behavior of peroxidase isozymes in sweet potato root tissue injured by cutting or with black rot. Plant & Cell Physiol. 13 : 1091-1101.
16. Morrison, T. A., R. Pressey and S. J. Kays, 1993. Changes in α-and β-amylase during storage of sweet potato lines with varying starch hydrolysis

potential. J. Amer. Hort. Sci. 118(2) : 236-242.

17. Muto, S. and I. Uritani, 1972. Behaviors on gel-filtration and electrophoresis of 6-phosphogluconate dehydrogenase isozymes isolated from sweet potato. Plant & Cell Phsiol. 13 : 931-936.

18. Paterson, A. H., S. D. Tanksley and M. E. Sorrells, 1991. DNA markers in plant improvement. Advance in Agronomy 46 : 39-90.

19. Peng, J. Y., J. C. Glaszmann and S. S. Virmani, 1988. Heterosis and isozyme divergence in indica rice. Crop Sci. 28 : 561-563.

20. Pollak, L. M., C. O. Gardner and A. M. Parkhurst, 1984. Relationships between enzyme marker loci and morphological traits in two mass selected maize populations. Crop Sci. 24 : 1174-1179.

21. Reyes, L.M. and W.W. Collins. 1992. Genetic control of seven enzyme systems in *Ipomoea* species. J. Amer. Hort. Sci. 117(6) : 1000-1005.

22. Shenony, V. V., D. V. Seshu and J. K. S. Sachan. 1990. Shikimate dehydrogenase-1 allozyme as a marker for high seed protein content in rice. Crop Sci. 30 : 937-940.

23. Tanksley, S.D. and T.J. Orton. 1983. Isozymes in plant genetics and breeding. Part B. pp.472, Elsevier Sci. Publ. Co. Inc. Holland.

24. Xue, Q. H., S. Y. Shi, A. H. Liu and Q. H. Yi. 1988. Analysis of peroxidase isozymes of *Ipomoea* species. Chinese J. Genet. 15 : 41-48.

25. Zhu, Z. and P. Thompson. 1991. Genetic variability of leaf and pollen phosphoglucose isomerase in *Ipomoea batatas* and *I. trifida* HortScience 26(5) : 490.

The Analysis of Isozyme Patterns in Sweet Potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]

Hsiao-Feng Lo
Department of Horticulture, Chinese Cultural University, Taipei, Taiwan, Republic of China.
Long-Fang O. Chen
Institute of Botany, Academia Sinica, Taipei, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

Studies on the analysis and utilization of isozyme patterns in sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.)Lam.] are very limited in comparison with those of the major crop species. This might be due to the relative complexity of the sweet potato genomes and the existence of certain chemical components in tissue extracts tending to interfere the enzyme staining activity. In spite of the recent development of DNA molecular markers derived from restriction fragment length polymorphisms and random amplified polymorphic DNA derived from arbitrarily primed polymerase chain reaction, the isozyme approach is still the easiest and most economic and rapid method available. In addition, it also has the advantage of the small amount of tissue needed for the assay and no restriction to tissue type. In this communication, the current progress in isozyme analysis and utilization of sweet potato are reviewed. Emphases are laid on those polymorphic enzymes such as alcohol dehydrogenase, β -amylase, diaphorase, esterase, glutamatic oxaloacetate transaminase, malate dehydrogenase, malic enzyme, menadione reductase, peroxidase, phosphoglucomutase, 6-phosphogluconate dehydrogenase, phosphoglucose isomerase, phosphorylase, shikimate dehydrogenase, and trypsin inhibitor.

(Key words : sweet potato (*Ipomoea batatas*), isozyme, agronomic trait, cultivar identification, enzyme activity.)

甘藷光合產物與產量

郭忠吉　陳惠美
亞洲蔬菜研究發展中心

摘　　要

甘藷的供源與積儲關係曾被廣泛地探討，以期對甘藷產量提供更多的資訊，從而克服生產上的限制因子。甘藷品系間供源能力與積儲強度存在著極大的差異。這兩者對甘藷產量都有極大的影響力。僅管如此，種種跡象仍顯示積儲能力比供源強度更能影響光合作用及養分輸送，而積儲强度更控制著乾物的累積及塊根產量的形成。另一方面，由於甘藷的供源因子比積儲因子複雜，因此利用遺傳方法及生產管理方法之改善來强化積儲强度應比提高供源能力更能有效提高產量。當積儲强度已予强化，而致供源能力形成產量的限制因子時，產量的突破則需針對供源與積儲作整體性的改善。

(關鍵詞：甘藷、供源、積儲、乾物產量、乾物分配、產量)

內　　容

甘藷是熱帶地區的重要糧食作物，主要的食用部位爲貯藏根。其產量形成決定於數種形態及生理特徵。甘藷產量是：植株數／單位土地面積×儲藏根數／植株×儲藏根平均重。貯藏根數目和其平均重受到許多生理活動的影響。環境造成的單一生產因子的改變常會連帶導致植株其它生產因子的調整。隨著貯藏根的分化，決定塊根發育的潛力；然後細胞分裂及生長決定貯藏根的大小；最後，澱粉顆粒的合成決定澱粉在細胞的密度 (Hahn & Hozyo 1984)。貯藏根之生產潛力基本上決定於總乾物之產量，及轉化爲貯藏根的乾物之比例。葉子經由光合作用成爲乾物生產的供源，而貯藏根則是經濟栽培上主要的積儲器官。本文將循下列途徑討論供源－積儲的關係，藉以改良甘藷：(1)定義植株中的總乾物量，(2)調查乾物分配與產量形成的關係，(3)記錄乾物量及分配之種間差異。分析這些特徵和供源－積儲關係應有助於確認主要生產限制因子。

一、供源潛力

總乾物量之提高有賴於有效日射量、作物之光合成能力、及此能力之持續性。增加輻射或光合成活動及延長這些活動的時間應該也能增加乾物量。甘藷葉之淨光合成有品系間的差異。成熟葉之最大淨光合成率差異在12.0至38.1mg $CO_2/dm^2/h$ (Bhagsari 1981；Bhagsari and Harmon 1982；Fujise and Tsuno 1962；Tsuno and Fujise 1964b)之間。葉之光合成活動和二氧化碳擴散係數與總乾物量有直接關係(Bhagsari and Harmon1982；Hahn and Hozyo 1983)，而光合成二氧化碳差額也直接與作物在田間所測之生長率有關(Agata

and Takeda 1982b)。光合成活動之差異也受外界環境因子 (Bhagsari andHarmon 1982) 諸如高土壤濕度、高溫及黏重土壤 (AVRDC 1988；Martin *et al.* 1988)，以及植株內部因子(Kays 1985) 如葉之氮含量、葉綠素含量及氣孔密度 (Bhagsari 1981 , Tsuno and Fujise 1965a)等之調節。然而，乾物量及光合成活動的種間差異及其影響所及的生理過程和形態特徵時常與貯藏根產量無關(Bhagsari 1981；Bhagsari and Harmon 1982；Sadik 1972)。總乾物量及最後貯藏根產量間之缺乏直接關聯顯示與供源潛勢無關之生理及生化過程也影響最後產量。 Bhagsari & Brown (1988)認爲葉面積和光合成率的負相關可能是光合成率與產量無關的原因之一。甘藷生產新葉直到收成。它提供足夠的乾物量以便降低新葉與發展中貯藏根的競爭。Lemon *et al.* (1971)估計大約只有7%光合成可利用之可見光轉化爲乾物量。根據3至4個樹冠早期覆蓋面佳之品種所推算出的理想的葉面積指數 (Loomis and Williams 1963)，作物在150天生長期每天接受 450 cal/cm^{2}之能量，其淨乾物產量估計約 36 t/ha (表1)。

Table 1. Estimation of potential yield by a sweet potato crop surface receiving 450 cal/cm^2/day during 150-day growing period.

1	Visible radiation, 400-700 nm (45% total)	202	cal/cm^2
2	Less 20% albedo loss & inactive absorption	162	cal/cm^2
3	[CH_2O] produced (1 umole CO_2/1.16 cal)	140	umole/cm
4	Less 40% respiration loss	84	umole/cm^2
5	Daily net [CH_2O] production (30 g/mole)	25	g/m^2
6	Net [CH_2O] production in 150 days	3.75	kg/m^2
7	Net [CH_2O] of economic part (45% HI)	1.69	kg/m^2
8	DM of economic part (75% efficiency)	1.27	kg/m^2
9	Potential storage root yield (65% moisture)	36.3	t/ha

二、積儲強度

貯藏根的產量決定於貯藏根生長時可利用的乾物量、同化養分輸送率及量，及根蓄積同化物的能力。一般認爲積儲，即貯藏根之數量及大小，接受同化物的能力是影響貯藏根產量的一個主要因素。甘藷的貯藏根得自於地下莖之節所衍生的不定根，而其萌發則是初次形成層高度活動的結果 (Wilson 1982)。另一方面，貯藏根膨大－澱粉於此時期蓄積－是異形形成層細胞分裂的結果。軸的中心部份的薄壁細胞所產生的異形形成層時常以圓柱形出現，環繞木質元素群，其寬度可能一直增加直到相當大的範圍形成(Kokubun 1973)。一般認爲同化物輸送至貯藏根與異形形成層之發育，及同化養分自異形形成層擴散到中心柱的貯藏薄壁細胞有直接關聯 (Kato *et al.* 1972)。

植物生長調節劑可促進貯藏根的形態發育和生長(Wilson 1982)。Auxins 可增加貯藏根數(Jimenez and Garner 1983)，而cytokinins則與貯藏根的發展和膨大有關(Matsuo *et*

al. 1983; McDavid and Alamu 1980)。Auxins和cytokinins的總量隨貯藏根的發育而增加，而貯藏根則比鬚根含有較高量的auxins和cytok-inins (AVRDC 1990a)。Cytokinins可能有助於細胞分裂和初次及二次維管束形成層之擴張、以及隨後的貯藏根的大薄壁細胞的長大，而auxins可能有助於二次維管束的產生。

形成層活動也需要鉀 (AVRDC 1990a; Reshid and Waithaka 1988; Tsuno and Fujise 1965b)。鉀也可能影響澱粉合成的活動(Murata and Akazawa 1969)。確定關鍵時期正跟確定控制貯藏根新陳代謝活動所需植物生長調節劑的確切劑量一樣重要。

三、限制因子－供源潛力或積儲強度？

貯藏根產量不只由供源控制，也由積儲控制。生產是受供源還是積儲限制很難確定。因此必須考慮供源或積儲可能限制生產的證據。

㈠積儲的功效

為判斷限制甘藷生產的是供源或積儲，本實驗廣泛地使用一組繁殖系的所有可能嫁接組合 (AVRDC 1988 and 1990a; Hozyo 1977; Hozyo and Kato 1973 and 1976a and b; Hozyo and Park 1971; Kato and Hozyo 1974 and 1978; Li and Kao 1985b; Nakatani *et al.* 1988a and b)。貯藏根的生長率和光合成活動與貯藏根產量的關係分別根據貯藏根發展、光合成活動、及乾物分配的差異予以研究。一般說來，不論供源潛力如何，高積儲接木的產量比低儲積接木大(圖1)。低供源／高積儲或高供源／低積儲轉換接木之總乾物(圖2)及貯藏根產量(圖1)介於自體嫁接繁殖系之間。嫁接處理也顯示繁殖系發展貯藏根的早晚決定於由其積儲而非供源 (Hozyo *et al.* 1971)。因此，高積儲接木顯然比低積儲接木對供源有較大反應；同樣地，高供源接木顯然對積儲有較大功效(Hahn 1977)。

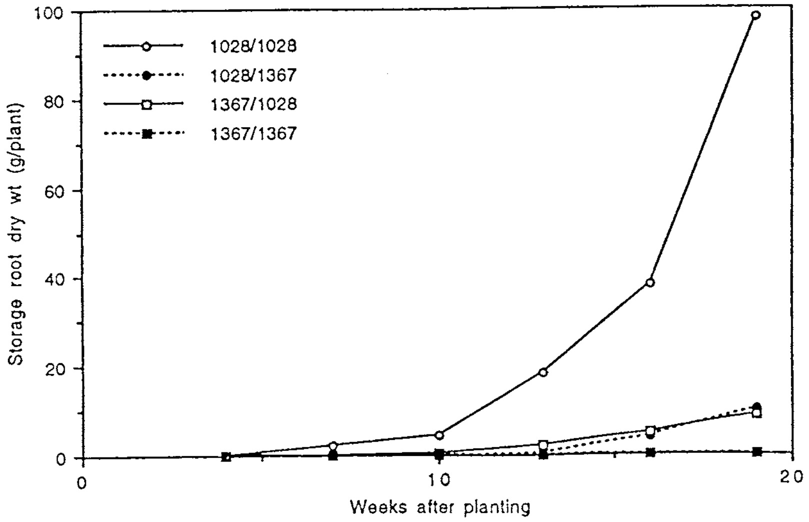


Figure 1. Storage root dry weight of self and reciprocally grafted(scion/stock) plants of wo sweet potato clones, CN 1028-15 and CN 1367-2, at different growth stages.

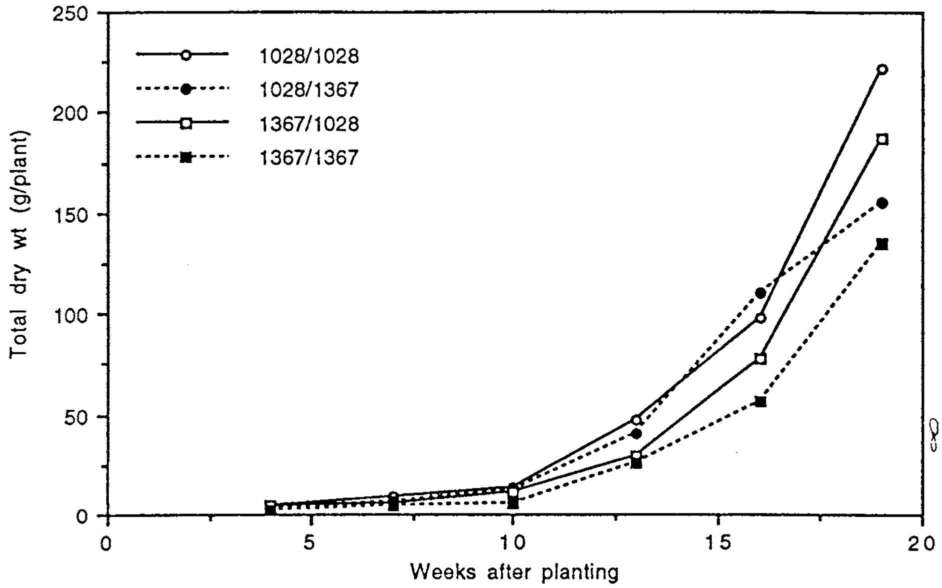


Figure 2. Total dry matter production of of self and reciprocally grafted(scion /stock) plants of two sweet potato clones, CN 1028-15 and CN 1367-2, at different growth stages.

化學分析顯示高供源的單葉嫁接在整個生長期間葉部均維持大量的可溶性糖，但只在早期生長階段有大量的澱粉 (AVRDC 1990a)。由於葉的光合成率和二氧化碳的擴散係數相關，高積儲或貯藏根的快速膨大引發最高淨光合成率(圖3)和二氧化碳擴散係數 (AVRDC 1988; Hozyo and Kato 1976; Kato and Hozyo 1978; Nakatani *et al.* 1988a)。一般認為積貯能力對樹冠的光合成也有很大的效應(Agata and Takeda 1982b)。高積儲接木也藉降低葉肉細胞抵抗力而非氣孔抵抗力來提高葉部的擴散係數(Nakatani 1988b)。由於澱粉是光合成過程的終極產物，葉部光合成的改變似乎與核糖二磷酸炭酸酵素活性有關，並且依靠積儲控制葉部澱粉含量。

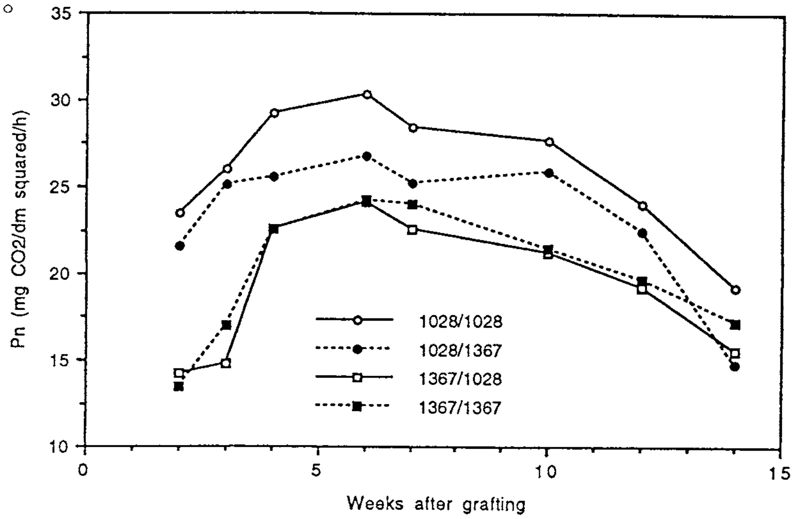


Figure 3. Changes in net photosynthetic rates of self and reciprocally grafted (scion/stock) leaf cuttings of two sweet potato clones, CN 1028-15 and CN 1367-2, during the growth period of 2 to 14 weeks of growth.

高積儲接木在發展中的貯藏根和鬚根累積大量的可溶性糖 (AVRDC 1990a)。但是鬚根中的可溶性糖在生長階段後期下降，也許因爲發展中的貯藏根對可溶性糖有較大的需求以進行澱粉之合成，而造成給鬚根的供應量較低。相反地，低積儲接木在發展中貯藏根吸收的可溶性糖較少，但在貯藏根以外的地方蓄積相當多的澱粉 (AVRDC 1990a)。在這些接木中，同化養分顯然不是輸入發展中貯藏根而是轉移到其他植株部位。而且，低積儲接木的葉在生長階段後期比高積儲者累積較多澱粉，暗示葉部合成之澱粉並未運離葉部。因此，這可能是葉部光合成活動在光合成過程受回饋抑制而降低的原因(Nakatani *et al.* 1988a; Tsuno and Fujise 1965a) 。這顯然降低了總乾物生產 (AVRDC 1990b; Bhagsari and Harmon 1982; Nakatani *et al.* 1988a) 。因此回饋抑制對光合成活動的影響可能是主導乾物生產的一個重要因子。環境或內部指令因此可能藉著限制輸送率對光合成產生不良影響(Gifford *et al.* 1984)。

高供源或低積儲接木增加葉比重，而高積儲接木則減少葉比重 (AVRDC 1990a)。葉比重的增加代表柵狀組織厚度的增加，並且可能表示葉部物質的不流動性。在這情況下，葉顯然從供源器官變成積儲器官。

低積儲葉的解剖觀察也顯示大量澱粉顆粒沈積在葉中肋基本組織和維管束組織的薄壁細胞。另一方面，高積儲接木的發展中貯藏根有較多的異形形成層數(表2)及大薄壁細胞(表3)，還有大量的澱粉顆粒累積在這些細胞的內部或周圍。這些觀察證實先前的主張：低積儲造成葉部澱粉的累積，並影響整個養分輸送的途徑，而貯藏根的膨大則靠異形形成層的分化。

Table 2. Number of anomalous cambium per cross section of storage root as changed with age.

Grafting combination (scion/stock)	Weeks after grafting			
	2	3	6	12
CN1028/CN1028	0	32[a1]	124[a]	128[a]
CN1028/CN1367	2	2[b]	51[c]	92[b]
CN1367/CN1028	0	34[a]	76[b]	96[b]
CN1367/CN1367	0	5[b]	25[d]	60[c]

1.Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at P = 0.05.

Table 3. Average cell size (x 10 mm) of storage root parenchyma cells at 6 and 12 weeks after grafting.

Grafting combination (scion/stock)	Weeks after grafting	
	6	12
CN1028/CN1028	4.59±1.03	8.03±1.05
CN1028/CN1367	3.26±0.39	5.47±0.63
CN1367/CN1028	4.25±0.58	6.32±0.76
CN1367/CN1367	2.86±0.78	5.88±0.86

1. Each value is the mean of 23 determinations ±SD.

㈡分配

同化物從葉部移出的速率對貯藏根的發展似乎比對葉面積的增加更重要(Austin and Aung 1973)。因此，乾物分配對於貯藏根的最後產量有決定性的影響 (Bouwkamp 1983; Pardales and Belmonte 1989)。高產量品系通常能累積較多的同化物於貯藏根中(Bhagsari and Harmon 1982) 。營養生長不太多的繁殖系貯藏根產量最高，亦即，在膨大期葉生長的受限與高產量有關 (Bouwkamp 1983)—極可能是因爲同化物從葉到發展中的根的重新分配。因此，影響這種分配的主要因子可能是輸送效率。韌皮部輸送在同化物的裝載、運輸及卸下方面可能扮演重要角色(Kays 1985)。但是一般認爲輸送效率的先天差異起因於積儲發展期間限制養分輸送速度和速率而不是韌皮組織的數量 (De Calderon *et al.* 1983; Kato and Hozyo 1976, 1978; Kays *et al.* 1982, 1987)。

收穫指數表示貯藏根和植株其餘部份同化物的相對分佈。甘藷繁殖系間收穫指數的差異範圍在5至75％之間(AVRDC 1990b; Bhagsari and Harmon 1982; Bouwkamp 1983; Huett 1976; Li and Kao 1985a)。收穫指數亦受植物營養和其他栽培和環境因素的影響（Kays 1985）。高產量繁殖系通常比低產量者有較高的收穫指數(AVRDC 1990b; Huett 1976; Li and Kao 1985a; Lowe and Wilson 1974)；高收穫指數表示這些繁殖系之貯藏根具有高比例之相對生物產量。高積儲接木之收穫指數也比低積儲者高(AVRDC 1988)。相反地，高積儲低供源接木比低積儲高供源接木保持較高的收穫指數，稍高之產量但是較低的總乾物量。這可能是由於低供源導致採收期的低乾物總量。因此，即使收穫指數似乎比總乾物量重要，還是需要高供源與高積儲配合來才能表現其潛力。

㈢同化物的供應

研究結果顯示限制產量的主要因子是貯藏根萌發之前和膨大期間乾物量不足，樹冠光合成與植物受到之日射有密切關聯(Agata and Takeda 1982b)，而膨大期間所受之高總日射量已知與高產量有關 (Agata and Takeda 1982a)。而且，膨大時期所累積之50％以上的同化物被輸送到發展中的根(Bhagsari and Harmon 1982)。因此，在貯藏根膨大時期，高日射量和加速現有同化物轉運到發展中的貯藏根對高貯藏根產量是絕對必要的。所以，供源葉供應的同化物可限制積儲產量(Gifford *et al.* 1984)；葉供應愈多同化物給發展中的根，則根數愈多，平均根重愈高。

產量因子之間的負相關經常可見於穀類和蔬菜類(Evans 1975)。這種產量因子之間的負相關經常被解釋爲產量受同化物的供應量所限制。然而，甘藷中並無此種產量因子之間的負相關 (Bouwkamp and Hassam 1988)。

如果光合成限制貯藏根產量，我們可預期較高產量的繁殖系表現出較高的光合成率。這個條件之重要性在於光合成率可能與產量平行；但是，如以上所討論，它們之間存有任何正相關的證據並不多，也沒有任何實例可證明選擇較大光合成率導致產量的增加。因此，就甘藷而言，同化養分的生成量並非產量的主要限制因子，養分的運送與分配（積貯強度）等遺傳特性才是關鍵。在整個生長期增加二氧化碳的濃度也許可增加總乾物量和生物量分配到貯

藏根。Bhattacharya *et al.* (1985)發現貯藏根膨大對二氧化碳增加的正面反應；膨大的貯藏根在增加二氧化碳的情況下比例上比芽輸送更多的同化物。結果顯示供源潛力可藉二氧化碳的增加而造成貯藏根產量的大幅增加，也就是說，供源潛力可能受限，但增强的供源潛力也可調節積儲强度而促進貯藏根的膨大。

(四)供源－積儲結論

上述證據表示基因型將同化物分配到貯藏根的能力對於決定生產潛力很重要，而貯藏根對同化物的需求對於供源潛力可產生顯著的激發效應。這暗示積儲强度比潛在供源對貯藏根產量更具決定性。調節積儲强度輸入同化物至貯藏根的確實機制尚不確定。供源潛力和積儲强度也許好像平衡雖然積儲强度可能事實上受限制。同化物增加而貯藏積儲不增加不會提高產量，而貯藏積儲增加同化物不增加也可導致貯藏根不易膨大。因此，供源潛力和積儲强度都可視爲限制貯藏根形成。唯有使供源與積儲間同化養分貨暢其流，才能達到兩者間經濟栽培上的平衡點。

四、供源潛力和積儲强度的改善

雖然甘藷繁殖系之供源潛力和積儲强度有顯著差異，直到最近其相對關係的重要性才被應用在甘藷繁殖系的改進上 (Li and Kao 1985a)。Hahn 和Hozyo (1984)建議培育兼具高供源和高積儲的雜交品種以進一步增加產量。然而，高供源品系和高積儲品系之間的雜交品種是否會產生高供源高積儲的後代則有待查證。

總乾物量顯然有品系間的差異 (Pardales and Belmonte 1989; Tsuno 1971; Tsuno and Fujise 1963)。改進高供源可望獲得到高乾物量及高貯藏根產量，雖然品系之間存有光合成效率和淨同化物率的差異(Hahn and Hozyo 1984; Sadik 1973)，但比較供源參數和總乾物量之間並沒有一致的相關。因此，篩選供源潛力似乎不合效益。嫁接法取而代之被用來篩選供源 (Hahn 1982)； 然而，未曾有過高供源潛力與高乾物量間關聯性之報告。因此僅以增加供源潛力，來提高貯藏根產量的機會不大。僅管如此，在最後生長階段評估總乾物量可能値得嘗試。由於最後乾物量是供源的整合，它可能是整個生育時期的供源潛力與有效分配的較好指標。

從上述證據看來，積儲潛力影響貯藏根產量甚於供源潛力。因此只選擇高積儲强度可能較容易改善甘藷的產量。高積儲强度會導致某種程度的供源和輸送效率的改進。產量和積儲强度容易平行增加直到達到供源潛力所設的限制。一旦達到此階段，積儲强度及供源潛力都必須或多或少同時加强，才能有進一步的發展。在這情況下，兼顧兩種特性方能有效改良品系。積儲强度遠比供源潛力容易確認、評估、及選擇。嫁接法時常應用在篩選生產潛力(Yoshida *et al.* 1987)和相對積儲强度 (Hahn 1977; Hahn and Hozyo 1984; Li and Kao 1985b)上。然而，貯藏根數和平均貯藏根重是植物育種學家最常用來測量積儲强度的參數。發展中貯藏根的維管束數量也被認爲是區別繁殖系在貯藏根累積乾物能力的指標(Lu *et al.* 1981 and 1983)。當遺傳上產量之決定因素已經明確，而我們也能自品系間偵測到這些基

因，則可藉基因工程進一步改進產量。

貯藏根的數目、大小、和潛在生長率無疑是積儲强度的重要決定因素，但是後者是否決定於輸送效率，酵素轉換，或貯藏過程，有沒有受到積儲產生的生長調節激素的影響，尙不清楚。評估輸送效率的一個方法是使用收穫指數 (Li 1986; Tsuno and Fujise 1964a)。葉比重可能也可做爲評估積儲强度的另一參數。

要充分的評估田間生長植物的任何一個係數所需樣本一般說來數量大而費力，這是供源潛力和積儲强度的評估工作不易進行的原因之一。不過，葉插法(Spence 1971) 因爲所費材料和時間較少，已被應用在這一方面之研究(AVRDC 1988; Kato *et al.* 1972; Nakatani *et al.* 1988a and 1988b)。葉插法利用單一供源植物系統和田間生長植物之間的關係，可提供供源潛力、葉比重、總乾物量(圖4)、積儲强度、貯藏根產量(圖5)、收穫指數 (圖6)、和澱粉累積過程等係數的種間差異之訊息 (AVRDC 1990a and b)。葉插的轉換接木被用來探討同化物的輸送 (Spence and Humphries 1972)，以及評估產量潛力和供源潛力與積儲强度的相對重要性(Nakatani *et al.* 1988a)。

總之，改良甘藷的最佳方法似乎是提高總乾物量和收穫指數。評估總乾物量和收穫指數也比評估與這些參數有關的個別生理性狀容易。選擇高積儲强度將大幅度的改善收穫指數。葉插法可快速而有效地評估總乾物重和收穫指數。

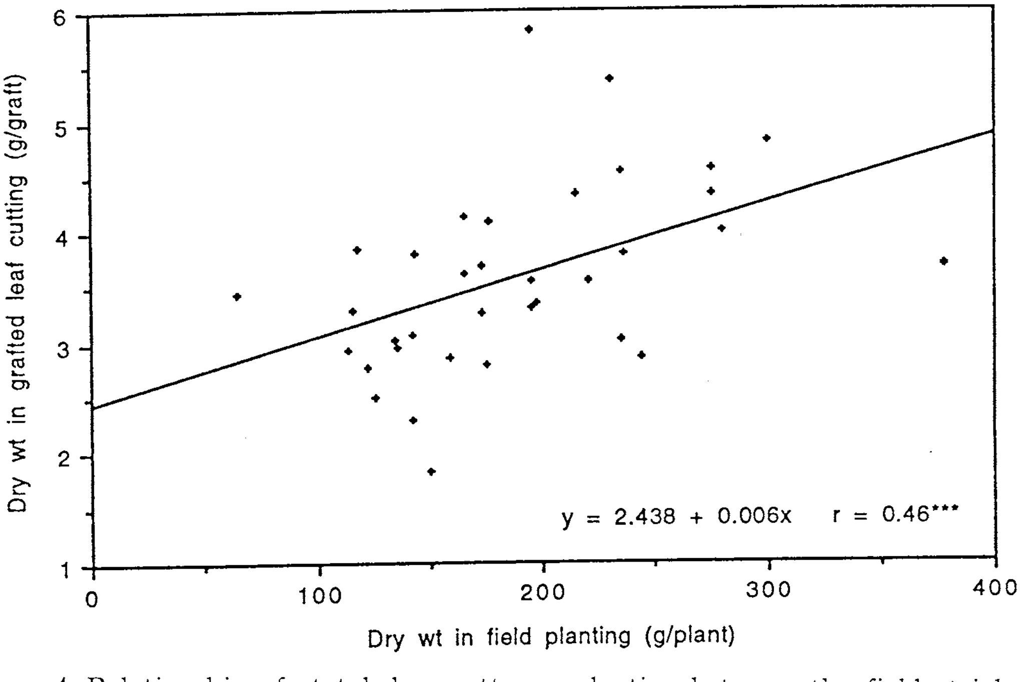


Figure 4. Relationship of total dry matter production between the field trial and the self-grafted leaf-cutting test of 35 sweet potato clones.

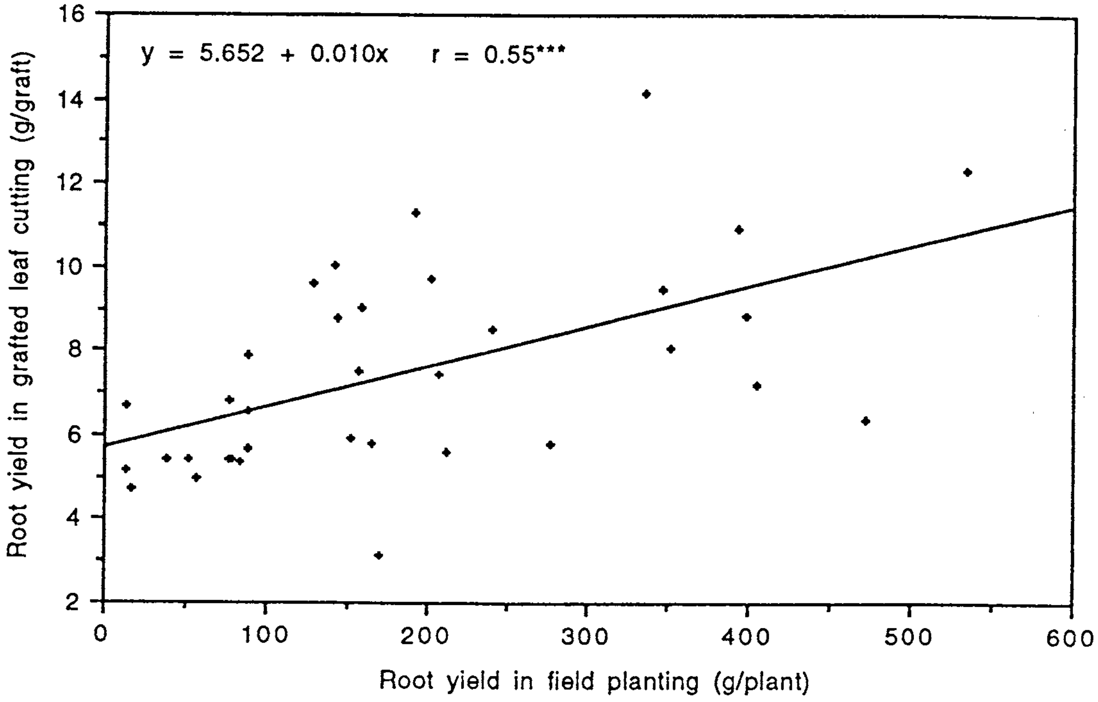


Figure 5. Relationship of storage root dry weight between the field trial and the self-grafted leaf-cutting test of 35 sweet potato clones.

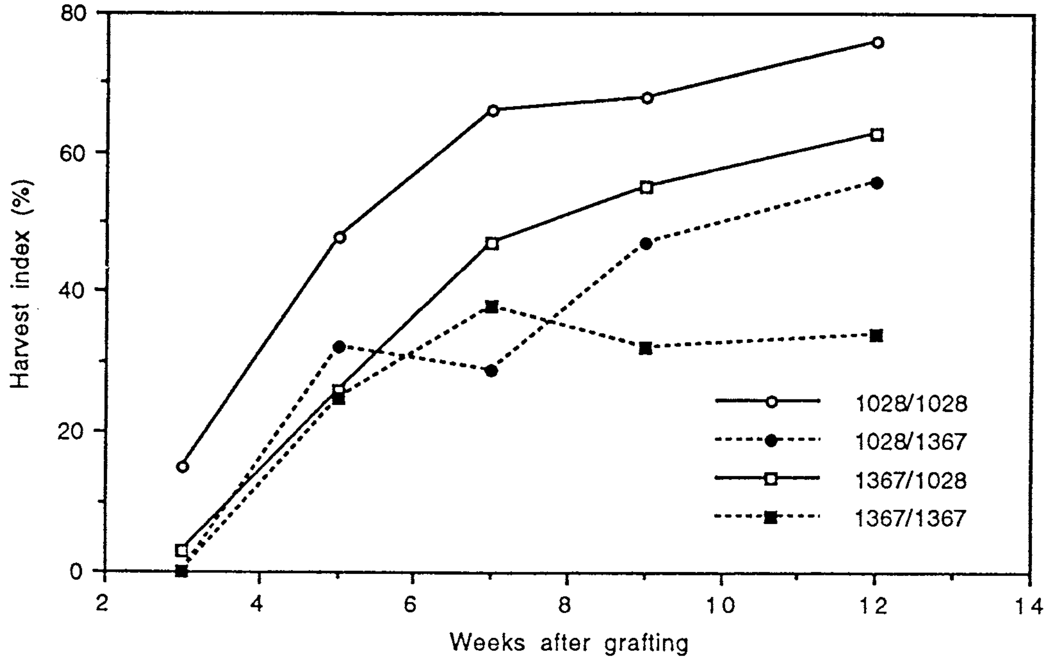


Figure 6. Changes in harvest index of of self and reciprocally grafted (scion/ stock) leaf cuttings of two sweet potato clones, CN 1028-15 and CN 1367-2,during the growth period of 2 to 14 weeks of growth.

参考文獻

1. AVRDC. 1988. 1986 Progress Report. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Tainan, Taiwan.
2. AVRDC. 1990a. 1987 Progress Report. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Tainan, Taiwan.
3. AVRDC. 1990b. 1989 Progress Report. Asian Vegetable Research and Development Center. Shanhua, Tainan, Taiwan.
4. Agata, W. and T. Takeda. 1982a. Studies on matter production in sweet potato plants. 1. The characteristics of dry matter and yield production under field conditions. Journal of Faculty of Agriculture, Kyushu University 27(12) : 65-73.
5. Agata, W. and T. Takeda. 1982b. Studies on matter production in sweet potato plants. 2. Changes of gross and net photosyntheses, dark respiration and solar energy utilization with growth under field conditions. Journal of Faculty of Agriculture, Kyushu University 27 (1.2) : 75-82.
6. Austin, M. E. and L. H. Aung. 1973. Patterns of dry matter distribution during development of sweet potato (*Ipomoea batatas*). Journal of Horticultural Science 48(1) : 11-17.
7. Bhagsari, A. S. 1981. Relation of photosynthetic rates to yield in sweet potato genotypes. HortScience 16(6) : 779-780.
8. Bhagsari, A. S. and R. H. Brown. 1986. Leaf photosynthesis and its correlation with leaf area. Crop Science 26(1) : 127-132.
9. Bhagsari, A. S. and S. A. Harmon. 1982. Photosynthesis and photosynthate partitioning in sweet potato genotypes. Journal of the American Society for Horticultural Science 107(3): 506-510.
10. Bhattacharya, N. C., P. K. Biswas, S. Bhattacharya, N. Sionit and B. R. Strain. 1985. Growth and yield response of sweet potato to atmospheric CO_2 enrichment. Crop Science 25(6) : 975-981.
11. Bouwkamp, J. C. 1983. Growth and partitioning in sweet potatoes. Annals of Tropical Research 5(2) : 53-60.
12. Bouwkamp, J. C. and M. N. M. Hassam. 1988. Source-sink relationships in sweet potato. Journal of the American Society for Horticultural Science 113(4) : 627-629.
13. De Calderon, C., M. Acock and J. O. J. Garner. 1983. Phloem development in

sweet potato cultivars. HortScience 18 (3): 335-336.

14. Evans, L.T. 1975. Crop physiology; some case histories. Cambridge University Press, London, U.K. 374 pp.

15. Fujise, K. and Y. Tsuno. 1962. Studies on the dry matter production of sweet potato. I. Photosynthesis in the sweet potato with special reference to measuring of intact leaves under natural conditions. Proceedings of the Crop Science Society of Japan 31(2): 145-149.

16. Gifford, R.M., J.H. Thorne, W.D. Hitz and R.T. Giaquinta. 1984. Crop productivity and photoassimilate partitioning. Science 225 (4464): 801-808.

17. Hahn, S.K. 1977. A quantitative approach to source potentials and sink capacities among reciprocal grafts of sweet potato varieties. Crop Science 17(4): 559-562.

18. Hahn, S.K. 1982. Screening sweet potato for source potentials. Euphytica 31(1): 13-18.

19. Hahn, S.K. and Y. Hozyo. 1983. Sweet potato and yam. Pages 319-340 in Potential Productivity. of Field Crops under Different Environments. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, the Philippines.

20. Hahn, S.K. and Y. Hozyo. 1984. Sweet potato. Pages 551-567 in The Physiology of Tropical Field Crops, edited by P.R. Goldsworthy and N.M. Fisher. John Wiley & Sons, Chichester, U.K.

21. Hozyo, Y. 1977. The influences of source and sink on plant product ion of *Ipomoea* grafts. Japan Agricultural Research Quarterly. 11(2) :77-83

22. Hozyo, Y. and C.Y. Park. 1971. Plant production in grafting plants between wild type and improved variety in *Ipomoea* Bulletin of the National Institute of Agricultural Sciences (Japan) D(22): 145-164.

23. Hozyo, Y. and S. Kato. 1973. The plant production of wild type plants in *Ipomoea trifida* (H. N. B.) Don. Bulletin of the National Institute of Agricultural Sciences (Japan) D(24): 35-60.

24. Hozyo, Y. and S. Kato. 1976a. The interrelationship between source and sink of the grafts of wild type and improved variety of *Ipomoea* Proceedings of the Crop Science Society of Japan 45(1): 117-123.

25. Hozyo, Y. and S. Kato. 1976b. Thickening growth inhibition and rethickening growth of tuberous roots of sweet potato plants (*Ipomoea batatas* Poiret). Proceedings of the Crop Science Society of Japan 45 (1): 131-138.

26. Hozyo, Y., T. Murata and T. Yoshida. 1971. The development of tuberous

roots in grafting sweet potato plants, *Ipomoea batatas* Lam. Bulletin of the National Institute of Agricultural Sciences (Japan)D(22): 165-191.

27. Huett, D.O. 1976. Evaluation of yield, variability and quality of sweet potato cultivars in sub-tropical Australia. Experimental Agriculture. 12(1): 9-16.

28. Jimenez, J.I. andJ.O. Garner, Jr. 1983. Efecto de reguladores de crecimiento sobre la iniciacion y desarrollo de arices de almacen amiento, en hojas enraizadas de batata (*Ipomoea batatas* Lam.). FYTON 43(1): 117-124.

29. Kato, S. and Y. Hozyo. 1974. Translocation of ^{14}C-photosynthates in several growth stages of the grafts between improved variety and wild type plants in *Ipomoea.* Bulletin of the National Institute of Agricultural Sciences D(25):31-58.

30. Kato, S. and Y. Hozyo. 1976. The interrelationship between translocation of ^{14}C-photosynthate and $^{14}CO_2$ exposed leaf position on the grafts of *Ipomoea.* Proceedings of the Crop Science Society of Japan 45(2): 351-356.

31. Kato, S. and Y. Hozyo. 1978. The speed and coefficient of ^{14}C photosynthates translocation in the stem of grafts between improved variety and wild type plant in *Ipomoea.* Bulletin of the National Institute of Agricultural SciencesD(29): 113-131.

32. Kato, S., H. Kobayashi and Y. Hozyo. 1972. Translocation of ^{14}C-pho -tosynthates in isolated sweet potato leaves, *Ipomoea batatas* Poiret. Proceedings of Crop Science Society of Japan 41(2):147-154.

33. Kays, S. J. 1985. The physiology of yield in the sweet potato. Pages 79-133 in Sweet Potato Products: a natural resource for the tropics, edited by J. C. Bouwkamp. CRC Press, Boca Raton, Florida, U.S.A.

34. Kays, S. J., C. E. Magnuson and Y. Fares. 1982. Assimilation patterns of carbon in developing sweet potatoes using ^{11}C and ^{14}C. Pages 95-118 in Sweet Potato, edited by R. L. Villareal and T. D. Griggs. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Tainan, Taiwan.

35. Kays, S. J., J. D. Goeschl, C. E. Magnuson and Y. Fares. 1987. Diurnal changes in fixation, transport, and allocation of carbon in the sweet potato using ^{11}C tracer. Journal of the American Society for Horticultural Science 112(3): 545-554.

36. Ko, J. Y., C .Y. Chen and G. Kuo. 1992. The relationship between source-sink and photosynthates partitioning in self and reciprocally grafted leaf cuttings of sweet potato. Journal of Agriculture Association of China 159: 18-28.

37. Ko, J. Y., C. Y. Chen and G. Kuo. 1993. Activity of anomalous cambium and sink capacity in self and reciprocally grafted leaf cuttings of sweet potato. Journal of Agriculture Association of China 161: 1-10.

38. Kokubun, T. 1973. Thremmatological studies on the relationship between the structure of tuberous root and its starch accumulating function in sweet potato varieties. Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kagoshima University 23: 1-126.

39. Lemon, E., D. W. Stewart and R. W. Shawcroft. 1971. The sun's work in a cornfield. Science 174(4007): 371-378.

40. Li, L. 1986. Variation in harvest index and its implication in breeding of sweet potatoes (*Ipomoea batatas* (L) Lam.). Journal of Agricultural Association of China 136: 25-36.

41. Li, L. and C. H. Kao. 1985a. Dry matter production and partition of six sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)cultivars. Journal of Agriculture Association of China 131:10-23.

42. Li, L. and C. H. Kao. 1985b. Investigation of sourcesink relationship in sweet potato by reciprocal grafts. Botanical Bulletin of Academia Sinica 26(31-38):

43. Loomis, R. S. and W. A. Williams. 1963. Maximum crop productivity: an estimate. Crop Science 3(1): 67-72.

44. Lowe, S. B. and L. A. Wilson. 1974. Comparative analysis of tuber development in six sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) cultivars. 1. Tuber initiation, tuber growth and partition of assimilate. Annals of Botany 38(155): 307-317.

45. Lu, S. Y., W. J. Li, Q. H. Feng, X. R. Zheng and C. G. Wu. 1983. The correlation between the numbers of the sieve tube bundles of the xylem tissue on per unit area and starch content at the harvest time in sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). Acta Agriculturae Universitatis Pekinensis 9(3): 1-6.

46. Lu, S. Y., X. R. Zheng, W. J. Li and C. G. Wu. 1981. Morphology during the process of tuber formation and to research a method of early appraisal of the high starch breeding of sweet potato. Acta Agriculturae Universitatis Pekinensis 7(3): 13-20.

47. Martin, F. W., N. A. Flores and S. G. Carmer. 1988. Identification of a key environment for determination of yield stability in sweet potato. Tropical Agriculture (Trinidad) 65(4): 313-316.

48. Matsuo, T., T. Yoneda and S. Itoo. 1983. Identification of free cytokinins and the changes in endogenous levels during tuber development of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). Plant and Cell Physiology 24(7): 1305-1312.

49. McDavid, C. R. and S. Alamu. 1980. The effect of growth regulators on tuber initiation and rowth in rooted leaves of two sweet potato cultivars. Annals of Botany 45(3): 363-364.

50. Murata, T., and T. Akazawa. 1969. Enzymic mechanism of starch synthesis in sweet potato roots. II. Enhancement of the starch synthetase activity by malto-oligosaccharides. Archives of Biochem istry and Biophysics 130 (-2): 604-609.

51. Nakatani, M., A. Oyanagi and Y. Watanabe. 1988a. Tuber sink potential in sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). I. Development of tuber sink potential influencing the source activity. Japanese Journal of Crop Science 57(3):535-543.

52. Nakatani, M., M. Komeichi and Y. Watanabe. 1988b. Tuber sink potential in sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.). II. Estimation of tuber sink potential of cultivars using single leaf grafts. Japanese Journal of Crop Science 57(3): 544-552.

53. Pardales, J. R. J. and D. V. J. Belmonte. 1989. Comparative patterns of dry matter production in bushy and spreading sweet potato cultivars. Experimental Agriculture 25(2): 243-247.

54. Reshid, K. and K. Waithaka. 1988. The relationship between N, P and K concentrations in sweet potato vines and dry matter accumulation in vines and tuberous roots as influenced by P fertilization. Acta Horticulturae 218: 213-220.

55. Sadik, S. 1973. Screening sweet potato for low CO compensation point. Proceedings, The Third International Symposium Tropical Root Crops. IITA, Ibadan, Nigeria.

56. Spence, J. A. 1971. Cultivation of detached sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) leaves with tuberous roots for photosynthetic studies. Photosynthetica 5(4): 424-425.

57. Spence, J. A. and E. C. Humphries. 1972. Effect of moisture supply, root temperature, and growth regulators on photosynthesis of isolated rooted leaves of sweet potato (*Ipomoea batatas*). Annals of Botany 36 (144): 115-121.

58. Tsuno, Y. 1971. Dry matter production of sweet potatoes and yield increasing technics. Fertilité 38: 3-21.

59. Tsuno, Y. and K. Fujise. 1963. Studies on the dry matter production of the sweet potato. II. Aspect of dry matter production on the field. Proceedings of the Crop Science Society of Japan 31(3): 285-288.

60. Tsuno, T. and K. Fujise. 1964a. Studies on the dry matter production of sweet potato V. The differences in distribution ratio of dry matter produced among some varieties. Proceedings of the Crop Science Society of Japan 32(4): 306-310.

61. Tsuno, Y. and K. Fujise. 1964b. Studies on the dry matter production of sweet potato VI. Varietal differences of respiration and respiration: photosynthesis ratio. Proceedings of the Crop Science Society of Japan 32(4): 311-314.

62. Tsuno, Y. and K. Fujise. 1965a. Studies on the dry matter production of the sweet potato. VIII. The internal factors influence on photosynthetic activity of sweet potato leaf. Proceedings of the Crop Science Society of Japan 33(3): 230-235.

63. Tsuno, Y. and K. Fujise. 1965b. Studies on the dry matter production of sweet potato. IX. The effect of potassium on the dry matter production of sweet potato. Proceedings of the Crop Science Society of Japan 33 (3):236-241.

64. Wilson, L. A. 1982. Tuberization in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L) Lam). Pages 79-94 in Sweet Potato, edited by R. L. Villareal and T. D. Griggs. Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Tainan, Taiwan.

65. Yoshida, T., M. Marumine, S. Sakamoto and H. Kukimura. 1987. Selection for high yield sweet potato by individual leaf culture. Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (Japan) Bulletin of Green Energy ProgramGroup-II No. 14: 84-89.

The Source-Sink Relationship and Yield Performance of Sweet Potato

George Kuo And Huei-Mei Chen
Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Tainan, Taiwan Republic of China.

ABSTRACT

The nature of the source-sink relationship has been widely investigated in sweet potato with the intent that acquired information would lead to an understanding of yield-forming processes and to overcome limiting factors. There are marked differences in sink strength and source potential of sweet potato clones. Both source potential and sink strength are important in determining the yield of sweet potato. However, the evidence indicates that sink strength more than source potential affect photosynthesis and translocation, and that the sink strength thereby regulates dry matter production and yield formation in storage roots. Furthermore, since the source in sweet potato is a more complex component than the sink, it seems probable that for yield improvement, either through genetic means or management practices, can be achieved more easily by improving the sink strength. Once the sink strength reaches its limit set by source potential, further progress requires both increased source potential and sink strength in a more or less coordinated manner.

(Key Words : Sweet potato, sink, source, dry matter production, dry matter partition, yield.)

根莖作物之施肥

黃山內
花蓮區農業改良場

摘　要

甘藷、馬鈴薯及樹薯爲台灣重要之根莖作物，其地下塊莖(或根)之肥大現象是由於地上部行光合作用所生之碳水化合物，扣除供給本身維持生命所需之消耗後貯蓄而成，故欲提高塊莖(或根)產量，在生育初期或前期應促進莖蔓發育，中期維持莖蔓同化機能之旺盛，後期則促進地下塊莖(或根)之肥大。故此類作物之施肥方法，旨以配合達成生理週期完全發揮而達最大生產目的。

台灣地區甘藷之施肥量，每公頃氮素用量在30～80公斤，磷酐30～40公斤，氧化鉀120～180公斤，強酸性土壤應施用石灰 2,000公斤，以補鈣鎂之不足。葉片診斷可作爲追施鉀肥之參考。樹薯之施肥量，每公頃爲氮素90公斤，氧化鉀90～120公斤，磷酐75公斤。馬鈴薯在每公頃施用堆肥15公噸下，其化學肥料施用量氮素150～225公斤，磷酐150～200公斤，氧化鉀240～260公斤，其施用法在本文中介紹。

(關鍵詞：甘藷、樹薯、馬鈴薯)

前　言

台灣地區位處亞熱帶及熱帶氣候圈內，陽光充足，冬季短而夏季長，雨量充沛　，甚適合於農作物之栽培生長，然而，土壤受氣候因子之影響，無機礦物及有機質之崩解及分解相當的快速，淋洗劇烈，天然土壤肥力偏低，施用肥料以補充土壤中植物養分，供給作物生長吸收，爲發揮品種潛在特性，提高產量及增進品質最有效之措施。

根莖作物包括甘藷、馬鈴薯、樹薯、食用美人蕉等過去爲台灣重要之澱粉兼飼料作物，種植面積總計高達30萬餘公頃之多，隨著社會經濟之發達，國際貿易之蓬勃，以及國民生活習慣之改變，栽培面積逐年下降，目前八十年栽培面積較大的甘藷僅爲11,751公頃，主要用途則轉爲食用，含有纖維素量高，有益於胃腸健康之維護。

根莖作物之主要生理，塊根肥大現象是由於同化作用所生之碳水化合物，供給本身維持生命所需消耗後貯蓄而成。故欲提高塊根產量及品質，在生育初期或前期應促進莖蔓發育，到中期由莖蔓促進同化機能之旺盛，後期應抑制莖蔓發育，使過剩之碳水化合物貯藏於根部肥大。因此，植物養分之供給及施肥補充，仍以配合達成生理週期完全發揮最大生產量爲目標。

內　　容

一、甘藷施肥法

根據分析結果，每公頃生產22500公斤塊根時，甘藷自土壤中吸收氮(N)98公斤，磷(P_2O_5)49公斤，鉀(K_2O)152公斤，如考慮一般作物之養分吸收率僅約30％，台灣地區土壤中含有氮磷鉀三要素之量，顯未能滿足需要，故適當的配合施肥，以提供生育需要，確有必要。

1.氮肥

氮素可促進甘藷地上部生長，相當的明顯，氮素供應充足時，葉色寬大濃綠。適量的氮素，可增進塊根產量，但單獨施用多量氮肥，而不配合施用磷鉀肥，尤其是鉀肥，則易引起氮素過多，致使地上部莖葉徒長，降低光合作用及澱粉之生成率，塊根產量因而減低。然而氮素不足時，植株生長受阻，葉片狹小，葉色呈淺綠或黃綠色，塊根產量也不能達到預期水準。

目前台灣常用之氮肥有硫酸銨，尿素及硝酸銨鈣，根據本省以往之試驗結果，各種氮肥種類間之肥效差異並不明顯，因此，可選擇氮素價格較廉者，減低施用氮肥成本為原則。

台灣地區甘藷之經濟施用氮量，每公頃氮素用量在30－80公斤之間，其用量之增減視栽培期作，栽培條件及土壤性質的差異而定。春夏作之甘藷，因栽培生長期間之溫度高、雨量多，土壤水分充足，土壤有機物受微生物活耀之作用分解，提供較多之土壤有效氮素，因此，施用氮肥量可酌予減少。這種情形，特別發生於土壤有機物含量高之土壤或施用多量有機肥料，甚至可免施化學氮肥即可供給甘藷生長需要。如不注意而按一般施氮量施用，則可能引起氮素過多，蔓葉互相蔭蔽，葉面光度不足，降低光合成效率，反而引起塊根之產量低降。相對的，秋作包括一期糊仔作，甘藷栽植後氣溫逐漸低降，土壤微生物活動性較弱，雨量少，土壤有機物分解緩慢，提供氮素有限，為促進初期莖蔓生長，以供後期塊根肥大，則可較一般量斟酌予以增施。總之，氮素肥料之施用量，係以根據前期作施氮量，土壤有機物含量，栽植時期，以及生育期間葉色的變化與地上部葉蔓生長情形，予以斟酌增減。

依照過去試驗結果，台灣地區甘藷之推荐施氮量，春夏作為每公頃氮素30－80公斤，一期糊作或秋作則為40－80公斤。

肥料之施用法包括施用時期與施肥位置均會影響施肥效應。尤其氮肥是一種移動性非常快的肥料，如果施用法不當，則易流失。氮肥流失之情形，又易發生在台灣地區高溫多雨之中粗質地適合栽植甘藷之土壤。按過去之試驗結果，甘藷之氮肥施用時，以基肥及插植後30天培土時各50％，施用於畦溝深10公分，畦旁15公分之效果最佳。適當的氮肥，可維持中等地上部莖蔓之生長，進而獲得塊根之形成，以及塊根之肥大。

2.磷肥

磷肥能促進甘藷初期根部發育，增加每個塊根之平均重量，以及甘藷葉片及塊根之色澤

，增進食味。其吸收與土壤溫度有關，磷32同位素試驗，土壤溫度10℃至40℃間，葉片中磷之吸收量隨溫度增加，葉色深度與增，而最適的氣溫爲30℃，較高的土壤溫度有益於磷的移轉及累積。

台灣地區最常使用的磷肥爲過磷酸鈣，一般土壤每公頃可施用磷酐(P_2O_5)30～40公斤。土壤有效性磷特別低者，或者是土壤酸性强(PH低於5.5者)，含有高量游離鋁、鐵、錳離子與其氧化物者，對於磷肥之固定能力特別强，應酌增施之。

磷肥之在土壤中之移動性最慢，又易被固定，一般以一次當基肥條施以減少被土壤固定，提高肥效。

3.鉀肥

鉀素可提高甘藷葉片中光合成率，增加碳水化合物之形成，且能促進光合成產物之轉移於塊根中儲存，鉀肥施用供給充足時，塊根肥大，直徑略增，品質提高，亦即澱粉含有率提高，糖分增加，食味甘美。甘藷植株吸收鉀與塊根肥大生長有非常密切的關係，甘藷塊根產量，依據國外試驗結果隨鉀肥施用量提高，其鉀之用量高達K_2O 480磅／英畝。鉀量高時，大藷之比率增加。土壤中鉀是否充足，可由土壤速測值決定，土壤交換性鉀之臨界濃度爲70ppm(風乾土)，欲獲得高產則必須維持在80 ppm 。又因鉀之吸收受土壤中其他陽離離子如鈣、鎂之影響，因此，鉀肥之施肥推荐量，於非石灰性與石灰性土壤中顯有差異(表一)，於前者土壤中，交換性鉀低於40ppm時，推荐施鉀量爲K_2O 180 kg/ha，60－80ppm時90kg/ha，而於後者土壤中，交換性鉀雖同樣時60－80ppm，但應再視鉀之飽和度而定，如鉀之飽和度1.5％時，推荐施鉀量120－130kg/ha，2.5％時則推荐90kg/ha。又鉀在土壤密度高，通氣性差，土壤水分不適當時之吸收率差，可酌增施。反之，土壤通氣好，排水及保水、保肥性佳，則可酌減施。鉀肥之施用可分基肥及追肥二次施用，如果因氮素過多，田間莖蔓生長過茂，亦可以鉀肥溶液灌施。台灣地區鉀肥有氯化鉀與硫酸鉀兩種，兩者對塊根產量效應差異不明顯。因此，可以鉀素價格予以考量選擇施用。

4.鈣與鎂肥

土壤酸鹼度在pH3.5至3.7那麼低之土壤，即土壤酸性很强時，甘藷會發生缺鈣及鎂之可能，塊根產量低落，施用石灰資材提高pH至5.5，則明顯的增加塊根數及產量。新竹縣竹南鎮崎頂之酸性土壤試驗結果，施用矽酸爐渣或石灰2,000公斤／公頃，對甘藷塊根產量有明顯的增加(表二)。

甘藷葉片如有缺鎂徵狀，則可建議施用硫酸鎂200-400kg/ha或白雲石灰每公頃1,000-2,000 公斤。

5.有機質肥料

有機質肥料之功效包括供給植物養份，改善土壤理化性，增進土壤中植物養份有效性，以及提供土壤微生物生活能源及棲息場所。但由於其本身含有植物養分之量低，且均需經微生物分解後方可釋放，也就是其效性遲緩，再者，其供給養分比例與甘藷所需比例並不見得一樣，故單施有機質肥料，往往不易完全供甘藷生長吸收需要。譬如，每10公噸堆肥中，含

有氮素50公斤，磷酐20公斤，氧化鉀50公斤，如不配合施用化學肥料鉀肥，則有鉀素不足之虞。堆肥施用量過多，可導致氮素過多，莖蔓過茂，藷形變劣，產品品質低降。但施用堆肥，卻有改善土壤理化性質之功效，增進土壤團粒結構，土壤疏鬆後其通氣性、排水及保水、保肥性佳，甘藷產量及品質也得隨之提升。因此，有機質肥料配合合理而充足的施用化學肥料，是施肥之基本原則，而不能單單施用有機質肥料而期待獲得高產且品質優之塊根。

6.葉片營養要素診斷

各種作物於生育期間，其葉片中各營養要素含量均保持一定之缺乏臨界濃度，如果某一要素低於此臨界濃度，則發育與產量均受影響，因此，葉片營養要素分析，瞭解各要素含量之臨界濃度，可採用作爲施用追肥之參考。然而，各要素臨界濃度因生長季節、品種、葉齡、著生部位、栽培密度及土壤因子而變化頗大，此方面之研究在台灣地區甚少，有待努力建立。由於鉀素對甘藷之塊根產量關係密切，鉀肥研究社曾於民國53/55 年研究，結果顯示，以秋植台農新31號言，於生育中期(揷植後30－100天間)，如採用自甘藷先端數起之全展葉第五葉(包括葉柄)而言，其葉片鉀含量3.5%爲臨界濃度，在此含量以下即爲缺鉀，灌施鉀肥可獲得增產。此一結果再經討論，略爲修正，其臨界濃度爲2.9%，并已在農林廳編印施肥手冊說明，供爲施肥管理之依據。

表一、土壤鉀含量與鉀肥推荐施用量

1.非石灰性沖積土

表土中交換性鉀 (K)*		鉀肥推薦量（公斤／公頃）			
		不施堆肥時		施用5-10 噸／公頃	
ppm	公斤／公頃	氧化鉀 (K_2O)	氯化鉀	氧化鉀 (K_2O)	氯化鉀
< 40	< 90	180-240	300-400	120-180	200-300
40 - 60	90 - 130	180	300	120	200
60 - 80	130 - 180	90-180	150-300	60-120	100-200

*：以中性醋酸銨抽出者倘欲以K_2O表示，應乘以1.2。

2.石灰性沖積土

表土鉀離子飽和度（%）	鉀肥推薦量（公斤／公頃）氧化鉀 (K_2O)	氯化鉀
< 1.5	120-180	200-300
1.5 - 2.5	90-120	150-200
> 2.5	< 90	< 150

*：此係在施用堆肥情形下(5噸／公頃)推薦量，如在不施堆肥情形，則應酌量提高鉀肥施用量。

表二、强酸土壤施用石灰資材對甘藷生育之影響

處　理	鮮莖葉產　量 kg/ha	製簽率 %	塊　根　面　分　(%)			塊根產量 kg/ha
			小　藷 ＜300g	中　藷 300-600g	大　藷 ＞600g	
對　照	7147	28.1	43.0	45.0	11.7	14122(100)
石　灰	7208	27.5	43.9	40.2	15.7	16333(116)
白雲石	7665	28.5	41.2	40.7	18.1	17796(136)
爐　渣	7866	28.2	40.0	38.9	20.5	18833(133)
堆　肥	7838	27.6	39.0	40.0	21.0	19315(137)

資料來源:戴堯城、陳釗和，1992。

二、樹薯施肥法

樹薯是一種耐土壤酸性之作物，爲熱亞熱帶地區重要之澱粉、食用及飼料作物，台灣地區歷年來栽培最大面積曾達 2 萬餘公頃，供味精工業製造味麩酸、酒精製酒原料以及作爲飼料之用。

樹薯之栽培雖以粘土至砂土均可，但以深厚疏鬆，富有機質與養分之土壤最佳。土壤排水不良，塊根易腐爛而生育不良，土壤水分過低，有礙塊根發育，且易早期木質化，澱粉量少。

當土壤肥沃而生長正常時，樹薯可後土壤中吸收大量之植物養分。樹薯生長需要大量鉀肥，因此，產量常受土壤鉀素缺乏之限制。依照最低要素需要量律，如因土壤鉀供應不多，就是施用多的氮與磷，也不能提高樹薯塊根產量。再者過量施氮肥，亦可能使莖株不正常生長，競爭消耗根與塊根之生長所需養分，同時導致氰化糖甘類有害物含量之增加，對品質有不良影響。

精確的施肥推荐取決於土壤肥力、前作施肥情形、作物品種、栽種密度等因子，土壤中交換性鉀低於0.06%時,鉀施用推荐量爲K_2O 90～120Kg／ha，台灣地區之施肥一般推荐量N－P_2O_5－K_2O爲90－75－180Kg／ha，分於植後 1 ～ 2 個月70%與 2 ～ 3 個月30%二次追肥施用，可以條施或穴施植株旁爲原則。

三、馬鈴薯施肥法

隨著西洋文明之介入，國民生活習慣隨之改變，馬鈴薯消耗量激增，目前本省之栽培面積約爲2000餘公頃。

馬鈴薯之生長習性與其他根莖作物大同小異。馬鈴薯之施肥，經由台中區農業改良場王錦堂在台中縣后里，石岡試驗已獲具體結果。三要素之推荐量在每頃施用堆肥15公噸情況下，氮素爲150～225公斤，磷酐150～200公斤氧化鉀240～260公斤。其施用法在壤土或砂質壤土農田，氮肥三分之一及磷肥、鉀肥與堆肥全量當基肥，於馬鈴薯種植時施於溝畦中間下10

公分，剩餘三分之二氮肥則分二次於發芽後每隔15天施用一次。施用畦中間淺溝拌入，以減少損失，提高肥料吸收效率。

有關馬鈴薯之施肥管理資料，國外文獻甚多，應用土壤與葉片包括葉柄，分析診斷土壤肥力及植體各生長期營養狀況，作爲施肥推荐之參考，已相當的普遍，有待借鏡。

結　　論

根莖作物尙有耦薯（美人蕉）、山藥等，其在台灣地區之土壤管理及施肥試驗相當的少，但其生理特性與上述根莖作物相似，種植時宜選擇排水性良好，土壤肥力中等之壤土或砂質壤土，配合生長時期，補充土壤中植物養分不足，控制土壤濕度，則可獲得高度生產量及優良品質。

應用土壤速測，時解土壤肥力狀況，再參考前作輪作施肥情形及預定栽培之氣候，由上述之考量及預定產量目標，訂定施肥量及施肥法（包括施肥時期及施肥位置），生長期間則觀察植株之生長形態、葉色，并採取植體樣本，分析各主要生長期營養元素含量，診斷其充足或缺乏，再作進一步施肥調整，相信可獲滿意且穩定之生產結果。

參考文獻

1. 王洪範、馬蔭春。1963。台灣樹薯品種與栽培技術。科學農業 11：237-250。
2. 李良。1989。甘藷形態和生理性狀與塊根產量間之關係。 中華農學會報新147：10-25。
3. 李良。1988。台灣甘藷產業之現況及展望。科學農業 36：255-264。
4. 作物施肥手冊。1987。指導員手冊 181A- 土肥 7。行政院農業委員會及台灣省農林廳編印。

Root Crop Yield Improvement, Processing and Utilization : 163~169 (1994)

The Fertilization of Root Crops in Taiwan

Shan Ney Huang
Hualien District Agricultural Improvement Station
Chi-an, Hualien, Taiwan
Republic of China

ABSTRACT

Sweet potato, Irish Potato and Cassava are the three main root crops in Taiwan. The enlargement and dry matter accumulation of roots or tubers depend solely on the net photosynthetic production by the above-ground portion of the plants. In view of the physiological characteristics of the plant at various developmental phases, how to accelerate the early-stage growth, maintain a vigorous mid-stage vegetative development, and enhance the late-stage root or tuber growth is essential to the increase of economic yield. The principle of fertilizer application is to supply the need of plant nutrients at various growth stages. The average rates of fertilizer for sweet potato production in Taiwan are 30-80 kg N/ha, 30-40 kg P_2O_5/ha, and 120-180 kg K_2O/ha. In strongly acidic soils, the application of 2,000 kg/ha, of calcium carbonate is recommended. Plant leaf diagnoses is useful to determine the potash application at mid-growth stage. For cassava the fertilization of N-P_2O_5-K_2O = 90-75-90 kg/ha is generally used. The recommended fertilization rates for Irish potato, are 150~225 kg N/ha, 150~200 kg P_2O_5/ha, and 240~260kg K_2O/ha in addition to 15 t/ha of compost.

(Key works : Sweet potato, Irish potato, cassava, fertilization.)

甘藷栽培技術改進

姜金龍　辛仲文　林維和
桃園區農業改良場

廖嘉信　賴永昌
嘉義農業試驗分所

張建生　詹平喜
花蓮區農業改良場

摘　要

影響甘藷產量及品質的因子，可分爲人爲和自然因子兩類，人爲因子爲品種、栽培技術及輪作制度。自然因子爲氣候、土壤生產力和肥力等。選用適地適作已經推廣栽培的優良品種，並針對該優良品種的特性，配合適當的栽培管理方法，如採用優良藷苗、適當扦植時期和方法、合理的種植密度、適量適時的施肥、適度適時的灌溉，適時防治病蟲害及適時培土等，這些都是提高甘藷質和量生產的重要條件。目前由於農村耕作勞力的不足，運用現有可行的適當農機具，使生產過程中重要的栽培作業，達到機械化，也是增加生產利益的重要工作，在計畫生產時，必須注意不同季節和不同用途之產品市場的需求情形，做好產期調節，才能達成生產的好處。甘藷有良好的營養價值，然而如何使其生產和利用相互結合，是應加以重視的問題。

(關鍵詞：甘藷、栽培技術及改進)

前　言

甘藷屬於旋花科（*Ipomoea batatas*）作物，栽培歷史甚久，在本省糧食作物中，其地位僅次於稻米，爲本省重要的自給飼料作物及輔助糧食。本省氣候環境條件適合甘藷生長，除新竹以北地區在12月至2月因氣溫較低不適生長外，其他地區全年均可栽培。全省栽培面積，自民國34年至民國60年間，每年均維持在23萬公頃左右，年平均總生產量爲300萬餘公噸，供養豬飼料爲主糧食爲副。民國60年以後，因爲水利設施改善，使稻田面積擴充，加上生活水準的提升，人們改吃食米以代替甘藷，以及養豬飼料改由進口之雜糧供應，致使甘藷栽培面積逐年遞減[5,8,28]，終致不再使用甘藷爲飼料，供人食用亦漸減。近年來，由於消費型態的改變，食用甘藷幾乎已完全取代飼料用的甘藷，加上優良的食用甘藷品種的育成，產銷調節的推行及加工產品開發利用的結果，從77年至近年來其栽培面積均維持在一萬餘公頃左右[1]。由於甘藷富含醣類、蛋白質、維生素、礦物質和膳食纖維等營養素，其營養價值被醫

學和食品營養專家所肯定，是一種老少咸宜的食品，深具發展潛力。然消費者對食用甘藷與往昔之飼料用甘藷之要求不同，故近年來甘藷的研究改進乃以選育優良的食用甘藷品種為目標，並朝改進栽培技術，以提高甘藷品質、調節產期及開發產品加工之利用等方向努力。故本報告乃整理近年有關甘藷栽培改進的研究成果，以為栽培利用者參考。

氣候土宜

影響甘藷產量及品質的因子，除了品種特性外，環境條件 (如溫度、日照、雨量)、土壤條件 (如土壤質地、土壤反應、土壤含水量等)，亦是相當重要的因子。[5,6]

一、氣象條件：

氣象要素中對甘藷栽培關係最為密切的是氣溫、日照和雨量。對甘藷生長和收量的影響很大。

(一)溫度：甘藷生產期中適當溫度在20～30℃之間，以24℃為塊根形成的最適溫度。塊根肥大最適溫度為22～23℃，15℃以上時，才能開始發芽及生根。在10～15℃時生長呈休眠狀態，10℃以下便會發生寒害。而溫度達35℃以上時，便發生高溫障礙，生長也會減退。不同品種對溫度之反應也有差異，如臺南18號及臺農64號較具耐寒特性。日夜溫差大時對塊根的形成及肥大均有利。

(二)日照：日照的長短，對塊根及莖葉的發育有密切的關連，在生育初期，日照宜長，有利於促進莖葉的生長發育。而生長後期，日照宜短，尤其在塊根肥大時期，短日照可促進塊根充實肥大，甘藷塊根形成最適日長12～13小時左右，日照在7小時以下時，塊根肥大受阻。

(三)雨量：甘藷生育初期，需要適量水份，如有適當雨量，可促使生長發育良好。生育中後期不宜多雨，在成熟前後二個月，應有較乾燥的氣候。

全省甘藷適栽區域，據中央氣象局分析，可分為下列三級[6]第一級區域：包括雲林、嘉義、臺南、高雄及屏東等地區。此區域甘藷生育期間，氣溫適宜，平均氣溫為22-23℃。降雨量及日照時數適量，降雨量為400-600mm，總日照數為700-1000小時。歷年平均每公頃塊根收量為17-22公噸，高產地區收量有高達40-60公噸。

第二級區域：包括桃園、新竹、苗栗、彰化、臺中及臺東等地區。此區域甘藷生育期間，氣溫稍低，平均氣溫為20-22℃。生育期中之降雨量為400－800mm，總日照時數為700-1000小時。歷年平均每公頃塊根收量為12-16公噸，高產地區收量有高達30-45公噸。

第三級區域：包括臺北、宜蘭及花蓮等地區。此區域甘藷生育期間之氣象條件，為多雨、日照少，平均氣溫為 20-22℃。降雨量為900-1600mm，總日照數為450-600小時。歷年平均每公頃塊根收量為10-12公噸，高產地區收量有高達25-35公噸。

二、土壤條件：

㈠土壤質地：甘藷對土壤的適應性較大，選擇性不嚴。砂質壤土有利塊根肥大，肥沃黏重多濕土壤，可促進莖葉生長茂盛，然對塊根肥大不利，故收量不高，藷形亦不整齊，品質甚差。瘠薄砂土，雖塊根品質良好，但收量低。故適合甘藷栽培最理想的土壤是：土層深、較鬆、含有適量有機質、排水性及通氣性均良好，較肥沃的砂質壤土、壤質砂土或壤土。

㈡土壤反應：甘藷對土壤pH值適應性很廣，是耐強酸性土壤的作物。土壤pH在4.2～7.0之範圍內對甘藷生長及收量影響不大，土壤最適的pH值爲5.2～6.7之間。

㈢土壤含水量：甘藷生育期中，土壤適當的含水量爲50～60％，過於乾燥或過於潮濕均不適宜。土壤水份對塊根形狀、色澤、品質等的影響也很大。土壤乾燥時，塊根形狀多呈圓形、肉質乾燥。土壤過濕時，塊根形狀多爲長形、色澤淡、肉質差。又土壤水份急劇變化時，塊根容易裂開。

品種特性

作物外表型的表現是集合了遺傳因素、環境因素與環境及遺傳的交感作用等的總體表現。甘藷亦是如此，要使甘藷有豐產質優的表現，除注重適地適作與栽培管理技術外，品種的選擇尤其重要，亦就是所謂的遺傳因子的選擇。根據李良氏[7]研究143個品種於不同生育期90天、120天、150天及180天調查其收穫指數的結果，在4個生育期中，品種間的收穫指數差異達極顯著水準。Huett[30]、Bhagsari and Harmon[26]及Bhagsari and wills[27]等之研究結果亦相同。因此選擇具高產特性的品種是有其必要性。基於此，嘉義農試分所、台南區農業改良場及桃園區農業改良場等試驗場所，多年來一直從事於優良甘藷品種選拔工作的結果，自本省光復迄今已育成30餘個品種，供農友推廣栽培。又本省以前所栽培的甘藷品種，可分爲二大類，一爲在來種，一爲改良種，在來種雖然適應性較大，但塊根含水分較高，品質較差，且塊根肉色多爲白、黃及紅色，因此產品的營養及利用價值較低。在消費日求精細的時代，在來種因不符現代需要而遭淘汰。而改良種的塊根所含澱粉量較高，塊根肉色多爲橙黃、橙紅及深橙紅，品質優良，食味也好，且其產品之營養及利用價值較高，較受消費者喜愛。例如花蓮地區以台農68號爲製造花蓮藷的主要原料，金山、萬里地區的春作甘藷以台農66號的紅心甘藷取勝，其加工產品有甘藷麵、蜜餞等。而有名的竹山藷則是台農64號，其餘的甘藷產區則以適合製作藷條的台農57號、桃園一號及適合食用及加工用之紅心甘藷台農66號爲主。現參考嘉義農業試驗分所主編的食用甘藷品種[20]中所列舉目前較受歡迎的品種，並介紹其特性以供參考(如表1)。

表 1. 十個食用甘藷之特性
Table 1. Characteristics of 10 cultivars of sweet potato.

品　種 Variety	塊根形狀 Root shape	皮　色 Skin color	肉　色 Flesh color	用　途 Utilization	適栽季節 Optinum planting season
台農57號	紡 錘 形	棕黃色	橙黃色	蒸煮或烘烤	春、秋作
台南15號	紡 錘 形	赤紫色	黃　色	澱粉及食用	晚秋作
台南18號	長紡錘形	紅褐色	淡黃色	澱粉及食品加工	晚秋作
台農64號	紡 錘 形	淡棕黃	深橙紅	蒸煮或屬入米飯中煮食或製蜜餞用	晚秋作
台農66號	長紡錘形	淡棕色	橙紅色	食用、飼料及加工用	春、夏、秋、冬作
台農67號	長紡錘形	淡紅色	橙黃色	食用及澱粉	秋作
台農68號	紡 錘 形	淡黃色	淡黃白	食品加工製餡及油炸用	春、秋作
台農69號	長紡錘形	深紫紅	深橙紅	蒸煮或烘烤	秋、晚秋作
台農70號	紡 錘 形	紅褐色	深橙紅	蒸煮或加工	晚秋作
桃園一號	紡 錘 形	淡紅色	橙黃色	炸藷條、烘烤、製餡及食用	春、夏、秋作

栽培技術

一、苗的選擇

根據華南農學院用普薯6號，取24節長的藷苗，按單葉節剪開，進行栽插研究，結果不同節位具有規律性差異；從頂芽第一葉節(已展開葉片)至第三葉節的苗質過嫩，節間和母葉未充分成長，根原基數目及其中木質部導管束形成較少、較短，萌芽出葉期明顯延遲，特別是第一葉往往枯萎。自第4葉節至第11葉節間的苗質好，節間長度適宜，母葉較大，葉片青綠，根原基數目多，其內導管束也多，插植後發根成活均較快，尤以第4至8節爲最好。第12-17節苗質過老，插植後發根數少而細弱、芽短少、母葉易退綠變黃。第18至24節的苗質最老，插植後，發根萌芽更差。山東省農業科學院作物研究所剪取濟藷5號的10個節進行試驗的結果，認爲2-7節比較健壯。由以上之結果可知，苗以先端部位爲優。[22]

優良藷苗必需是生長機能旺盛、節間短、未發根、節數7-8節、有6-7枚以上葉片、且莖蔓大、強壯約25-30公分左右的先端苗。

二、入土節數對甘藷大、小藷及產量之影響

桃園區農業改良場於民國69年、70年以水平淺插法探討入土節數對甘藷大小藷產量影響之試驗。[14]秋作於苗栗縣後龍鎮試驗的結果，塊根總產量以埋入3-4節較佳，而春作則以埋入4節爲佳。(表 2)

表2. 入土節數對甘藷大、小藷產量之影響
Table 2. Effects of buried node number of seedling on the size and root yield of sweet potato.

期作 Crop season	地點 Location	埋入節數 Buried node number	產量(Kg/ha) Root yield			比例 (%) Ratio	
			大藷 Large	小藷 Small	總產量 Total yield	大藷 Large	小藷 Small
秋作 Fall	後龍 Houlang	2	24,825	4,250	29,675	85.68	14.32
		3	27,725	4,700	32,425	85.51	14.49
		4	26,700	4,500	31,200	85.58	10.42
春作 Spring	大園 Tayuan	2	21,075	3,400	24,475	86.10	13.90
		3	20,925	5,125	26,050	80.32	19.68
		4	23,752	4,700	28,452	83.39	16.51

秋作：插植期：69年8月16日　收穫期：70年2月17日
春作：插植期：70年4月11日　收穫期：70年9月12日
Note：Large ：> 300g,　Small：< 300g.

三、插植法、開土與否、開土厚度、開土時間對甘藷塊根產量及藷形之影響

加工食用甘藷台農68號於花蓮地區之砂地或砂質壤土區推廣栽培，主要供應廠商製做花蓮藷、藷餅等加工食品。於製做過程需去皮，藷形過小或形狀不整齊之塊根不適機械作業，不符廠商需求。又根據花蓮區農業改良場試驗觀察結果，甘藷單株塊根數若過多(一般在4條以上)，則甘藷塊根會變小,且細根過多亦會造成莖葉徒長，影響產量。基於此，花蓮區農業改良場乃進行插植法、開土與否、開土厚度、開土時間對提高單位藷體重量的試驗[23]。

1.插植方式對甘藷塊根產量及藷形之影響

插植方式對甘藷塊根產量及藷形之影響如表3、4所示：由表3可知，春作以斜插之大藷產量及塊根產量較高，分別較水平插增產6.1%及5.0%，且其小藷產量及不整齊藷比例較低，故認爲春作以斜插法較佳。而秋作之試驗結果如表 4 所示，由表中可知，大藷塊根產量及總產量均以水平插較高，分別較斜插增產7.9%及7.4%，而整齊藷形比例之差異很小，由此可知秋作栽培以水平插較爲有利。

表 3. 插植方式對甘藷塊根產量及藷形之影響(春作)
Table 3. Effects of planting method on root yield and root shape of sweet potato in spring crop.

年度 Year	插植法 Planting method	產 量 (kg/ha) Root yield			藷形比例(%) Root shape	
		大 藷 Large	小 藷 Small	總產量 Total yield	整齊 Uniform	不整齊 Ununiform
1988	斜 插 Slope	24,668	4,421	29,014	96.2	3.8
	水平插 Horizontal	23,551	4,291	27,843	92.6	7.4
1989	斜 插 Slope	20,354	6,256	26,610	85.3	14.7
	水平插 Horizontal	18,880	6,846	25,118	85.0	15.0
平均 Mean	斜 插 Slope	22,511	5,339	27,812	90.8	9.2
	水平插 Horizontal	21,216	5,569	26,481	88.8	11.2

Note：The same as table 2.

表 4. 插植方式對甘藷塊根產量及藷形之影響（秋作）
Table 4. Effects of planting method on root yield and root shape of sweet potato in fall crop.

年度 Year	插植法 Planting method	產 量 (kg/ha) Root yield			藷形比例(%) Root shape	
		大 藷 Large	小 藷 Small	總產量 Total yield	整齊 Uniform	不整齊 Ununiform
1988	斜 插 Slope	14,448	8,670	22,117	87.0	13.0
	水平插 Horizontal	14,736	9,890	24,606	86.5	13.5
1989	斜 插 Slope	6,861	6,518	13,379	77.2	22.8
	水平插 Horizontal	7,187	6,239	13,491	78.2	22.2
平均 Mean	斜 插 Slope	10,155	7,594	17,748	82.1	17.9
	水平插 Horizontal	10,962	8,065	19,059	82.4	17.6

Note：The same as table 2.

2.開土與否對甘藷塊根產量及藷形之影響

開土試驗的結果，如表5及表6所示，由表5可知春作之大藷產量及總產量之差異不大，而不開土之小藷產量比開土增加17.8%，又開土之不整齊藷形比例要比不開土爲多，故認爲在春作開土較不開土有利。秋作之試驗結果如表6所示，由表中可知不開土之大藷、小藷及總產量均較開土爲高，分別增產5.4%，7.7%及6.1%，但開土之整齊藷形比例較不開土爲高。此種結果與花蓮地區在秋作甘藷生育初、中期，亦即9月中下旬至10月上旬常受豪雨侵襲，以致開土後土壤流失、塊根外露有關。由以上結果可知，開土可增加整齊藷形之比例。而於不良天候進行開土，會影響塊根的產量。

表 5. 開土與不開土對甘藷塊根產量及藷形之影響（春作）
Table 5. Effects plowing on root yield and root shape of sweet potato in spring crop.

年度 Year	處理 Treatments	產量 (kg/ha) Root yield			藷形比例(%) Root shape	
		大藷 Large	小藷 Small	總產量 Total yield	整齊 Uniform	不整齊 Ununiform
1988	開土 Plow	23,897	3,969	27,791	95.9	4.1
	不開土 Unplow	24,323	4,743	29,066	88.6	11.4
1989	開土 Plow	20,219	5,767	25,985	86.4	13.6
	不開土 Unplow	19,015	6,728	25,743	80.1	19.9
平均 Mean	開土 Plow	22,058	4,868	26,888	91.2	8.8
	不開土 Unplow	21,665	5,736	27,405	84.4	15.6

Note：The same as table 2.

表 6. 開土與不開土對甘藷塊根產量及藷形之影響（秋作）
Table 6. Effects plowing on root yield and root shape of sweet potato in fall crop.

年度 Year	處理 Treatment	產量 (kg/ha) Root yield 大藷 Large	小藷 Small	總產量 Total yield	藷形比例(%) Root shape 整齊 Uniform	不整齊 Ununiform
1988	開土 Plow	13,412	9,047	22,441	88.5	11.5
	不開土 Unplow	14,790	9,513	24,302	79.7	20.3
1989	開土 Plow	7,213	6,029	13,242	78.3	21.7
	不開土 Unplow	6,834	6,728	13,562	74.1	25.9
平均 Mean	開土 Plow	10,313	7,538	17,842	83.4	16.6
	不開土 Unplow	10,871	8,121	18,932	76.9	23.1

Note：The same as table 2.

3.開土厚度對甘藷塊根產量及藷形之影響

開土厚度對甘藷塊根產量及藷形之影響如表7、8所示，春作試驗之結果如表7所示，由表中可知大開土、小開土及不開土對大藷及總產量之差異不大，但不開土之小藷塊根產量最高,分別較小開土與大開土增產5.9%及17.3%，且整齊藷形比例亦最小。

秋作試驗之結果如表 8 所示，由表中可知，大開土、小開土及不開土對大藷及總產量之差異不大，但不開土之小藷產量分別較小開土及大開土增產10.3%及6.8%，且不整齊藷形比例亦最高。

由以上結果可知，大開土、小開土及不開土對大藷及總產量之差異不大　。但不開土之小藷產量及不整齊藷形比例最高。

表 7. 開土厚度對甘藷塊根產量及藷形之影響（春作）
Table 7. Effect of plowing distance from root on root yield and root shape of sweet potato in spring crop.

年度 Year	開土厚度 Distance (cm)	產量 (kg/ha) Root yield 大藷 Large	小藷 Small	總產量 Total yield	藷形比例(%) Root shape 整齊 Uniform	不整齊 Ununiform
1988	大開土 plow 10	23,625	4,031	27,656	95.8	4.2
	小開土 plow 20	24,020	3,906	27,926	96.1	3.9
	不開土 Unplow	24,323	4,743	29,066	88.6	11.4
1989	大開土 plow 10	20,208	4,617	24,825	87.4	12.6
	小開土 plow 20	20,229	5,675	25,904	85.4	14.6
	不開土 Unplow	19,042	5,403	24,445	80.1	19.9
平均 Meam	大開土 plow 10	21,917	4,324	26,241	91.6	8.4
	小開土 plow 20	22,125	4,791	26,915	90.8	9.2
	不開土 Unplow	21,683	5,073	26,756	84.4	15.6

Note：The same as table 2.

表 8. 開土厚度對甘藷塊根產量及藷形之影響（秋作）
Table 8. Effect of plowing distance from root on root yield and root shape of sweet potato in fall crop.

年度 Year	開土厚度 Distance (cm)	產量 (kg/ha) Root yield 大藷 Large	小藷 Small	總產量 Total yield	藷形比例(%) Root shape 整齊 Uniform	不整齊 Ununiform
1988	大開土 plow 10	13,258	9,591	22,849	89.0	11.0
	小開土 plow 20	13,531	8,502	22,033	88.1	11.9
	不開土 Unplow	14,790	9,513	24,303	79.7	20.3
1989	大開土 plow 10	7,179	5,727	12,923	78.8	21.2
	小開土 plow 20	7,248	6,331	13,579	77.9	22.1
	不開土 Unplow	6,334	6,728	13,062	74.2	25.8
平均 Mean	大開土 plow 10	10,219	7,659	17,878	83.9	16.1
	小開土 plow 20	10,390	7,417	17,807	83.0	17.0
	不開土 Unplow	10,562	8,181	18,683	77.0	23.0

Note：The same as table 2.

4.開土時間對甘藷塊根產量及藷形之影響

開土時間對甘藷塊根產量及藷形之影響如表9、10所示，春作試驗結果如表9可知，插植後25天與插植後40天開土之大藷產量與總產量差異不大，而插植後25天開土之小藷產量比插植後40天要增加21.9%。秋作試驗的結果如表10所示，由表中可知插植後25天開土之小藷及總產量均較插植後40天開土爲高，分別增加13.3%及5.8%。

由以上之結果可知，插植後25天及插植後40天開土對大藷產量之差異不大，但插植後25天開土其小藷產量較高，故認爲於插植後25天開土較適宜。

表 9. 開土時間對甘藷塊根產量及藷形之影響（春作）
Table 9. Effects of plowing date after planted on root yield and root shape of sweet potato in spring crop.

年度 Year	開土時間 Plowing date (D.A.P)	產　量 (kg/ha) Root yiel			藷形比例(%) Root shape	
		大 藷 Large	小 藷 Small	總產量 Total yield	整齊 Uniform	不整齊 Ununiform
1988	25	23,717	4,593	28,310	95.7	4.3
	40	23,928	3,344	27,272	96.1	3.9
1989	25	20,250	5,423	25,673	86.6	13.4
	40	20,187	4,869	25,056	86.1	13.9
平均	25	21,984	5,008	26,992	91.2	8.8
Mean	40	22,058	4,107	26,164	91.1	8.9

Note：1. D.A.P: days after planted.
2. Large: >300g Small: <300g.

表 10. 開土時間對甘藷塊根產量及藷形之影響（秋作）
Table 10. Effects of plowing date after planted on root yield and root shape of sweet potato in fall crop.

年度 Year	開土時間 Plowing date (D.A.P)	產　量 (kg/ha) Root yiel			藷形比例(%) Root shape	
		大 藷 Large	小 藷 Small	總產量 Total yield	整齊 Uniform	不整齊 Ununiform
1988	25	13,472	9,834	23,306	85.6	11.4
	40	13,317	8,260	21,577	88.4	11.6
1989	25	7,200	6,185	13,385	78.3	21.7
	40	7,227	5,873	13,100	78.3	21.7
平均	25	10,336	8,010	18,346	83.5	16.5
Mean	40	10,272	7,067	17,339	83.4	16.6

Note：The same as table 9.

四、不同行株距對食用甘藷大小藷產量之影響

爲了解不同行株距對食用甘藷大小藷產量之影響，桃園區農業改良場於70、71年春秋作於苗栗縣後龍鎮及桃園縣大園鄉，以台農64號爲材料，探討1×0.15，1×0.20及1×0.25公尺三種行株距對甘藷大小藷產量之影響如表11，12所示，由表11可知後龍地區秋作之大藷產量以1×0.20及1×0.25兩種處理者較高，而春作則隨著株距之增大而增加。大園地區在春秋作之大藷產量均隨著株距之增大而增加。由以上之結果可知低密度處理 (1×0.25公尺)之大藷產量較高(11,12)。

表11. 行株距對食用甘藷大小藷產量之影響(1982、後龍鎮)
Table 11. Effects of planting density on large and small root yield of sweet potato at Houlung in 1982.

期 作 Crop season	行 株 距 Planting density (m)	產量(Kg/ha) Root yield			比例 (%) Ratio	
		大 藷 Large	小 藷 Small	總產量 Total yield	大 藷 Large	小 藷 Small
秋 作 Fall	1×0.15	23,408 b	7,733 a	31,141 b	75.2	24.8
	1×0.20	25,858 a	6,442 b	32,300 a	80.1	19.9
	1×0.25	25,708 a	6,508 b	32,216 a	79.8	20.2
春 作 Spring	1×0.15	16,483 c	7,783 a	24,266 b	67.9	32.1
	1×0.20	17,725 b	7,190 b	24,915 b	71.1	28.9
	1×0.25	18,625 a	7,025 b	25,650 a	72.6	27..4

Note : 1.Means in a column with different letters are significantly different at 5% level according to DMRT.
2. Large: >300g Small: <300g.

表 12. 行株距對食用甘藷大小藷產量之影響(1982、大園鄉)
Table 12. Effects of planting density on large and small root yield of sweet potato at Tayuan in 1982.

期作 Crop season	行株距 Planting density (m)	產量(Kg/ha) Root yield 大藷 Large	小藷 Small	總產量 Total yield	比例 (%) Ratio 大藷 Large	小藷 Small
秋作 Fall	1×0.15	23,117 b	8,485 a	31,575 b	73.2	26.8
	1×0.20	25,975 a	7,208 b	33,183 a	78.3	21.7
	1×0.25	26,458 a	6,025 c	32,483 ab	82.5	18.5
春作 Spring	1×0.15	27,725 c	13,716 a	41,441 a	66.9	33.1
	1×0.20	29,000 b	12,433 b	41,433 a	70.0	30.0
	1×0.25	30,200 a	10,433 c	40,633 a	74.3	25.7

Note：The same as table 11.

五、肥料施用對甘藷產量之影響

根據甘藷對三要素吸收量觀之，甘藷對肥料之需要，以氮及鉀為主，而鉀之吸收量較氮為多，磷之吸收量甚少(6,10,34,35)。又根據本省過去許多田間肥料三要素試驗結果，肥料三要素對甘藷塊根收量關係，以氮及鉀之效果最為明顯，且以鉀肥施用多時，對塊根收量特具重要性，磷所表現效果較小。氮對莖葉生產之影響最大，磷及鉀對莖葉生產之效果不明顯(2,4,6,9,10,16,21)。

1.氮肥施量及施用時期對甘藷生育及產量之影響

甘藷植株缺氮時，生長會受到抑制，葉數減少，葉形變小，葉色變黃，節間變短。施用氮肥能使地上部生育旺盛，故甘藷在生育初、中期，應充分供應其吸收，後期應抑制，以利促進塊根肥大，增加塊根收量。但氮施用過多時，地上部發育過份繁茂，塊根著生不良，肥大及生長受阻，導致塊根收量減少。故氮之施用量對收量的影響極大。氮肥施用顯著的增加塊根數，挿植後40天以前施用氮素(80公斤)可使塊根數顯著的增加 (與不施氮素比較)，塊根最後之產量亦可因氮素之施用而增加。挿植後0天、20天、40天處理氮素均可顯著的增加塊根產量，但三者之間無顯著差異 (表13) 。由以上之結果可知氮素可增加塊根數目並增加收量，唯適當的施用時期應在定植後40天內施用為佳(31)。

2.磷對甘藷生長及收量之效果

甘藷對磷之吸收量不多，對收量之影響也較小，在生育初期，磷應充分供給，以利根系伸長，缺磷時，葉變小，葉片呈濃綠色，莖之伸表也會受到抑制，磷多施時，塊根形狀呈細長。

表 13. 氮肥施用時期對甘藷單株塊根數、塊根重量、及產量之影響
Table 13. Effects of nitrogen application time on root number, root fresh weight and root yield.

氮肥施用期 Nitrogen application time (D.A.P)	塊根數 Root number (number/plant)	塊根鮮重 Root fresh weight (g)	塊根產量 root yield (kg/36m^2)
定植時施用氮肥	4.9^{a}	146^{a}	58.5^{a}
定植後20天施用氮肥	4.5^{a}	162^{a}	58.5^{a}
定植後40天施用氮肥	4.8^{a}	164^{a}	63.3^{a}
定植後60天施用氮肥	4.3^{ab}	112^{b}	38.6^{b}
不施氮肥	3.6^{b}	92^{c}	26.1^{c}

Note：1. all data taken at 150 days after planted.
2. Means in a column with different letters are significantly different at 5% level.
3.D.A.P: days after planted.

3.不同鉀肥處理對食用甘藷大小藷產量之影響

甘藷植株缺鉀時，葉變小，節間及葉柄變短，葉片及葉緣呈暗綠色，且表面呈不規則狀，生長也會受到抑制。鉀肥之施用對塊根肥大極爲重要，在全生育期中均應供應。多施鉀肥葉片所製造成之光合作用產物移動快，提高光合作用能力，促進塊根肥大，爲使塊根肥大良好，生育後期亦需鉀肥，故必須增進土壤中鉀的濃度。據李良氏[10]彙整有關肥料要素的報告如下：Togari氏(1948)認爲欲提高塊根收量，鉀與氮的施用比例以3:1爲宜。Godfrey Sam-Aggrey W.氏(1976)研究，在集約耕作區，施用氮與鉀比率爲3:4時，其塊根收量高而莖葉收量低，莖葉與塊根之比率低；在新耕作區，施用氮與鉀比率爲3:1 時，其塊根收量低，而莖葉收量高，莖葉與塊根之比率高。Tsuno及Fujise 氏(1965)研究結果，甘藷葉片鉀含量與光合作用效率有密切之關係。何昭仁氏(1965)研究結果，甘藷植後40天，葉片鉀含量與收量指數有很高之相關(r=+0.878)，植後100天，葉片鉀含量與收量指數亦有密切之正相關(r=+0.979)。又爲了解鉀肥對食用甘藷大小藷產量之影響，桃園區農業改良場於71及72年春秋作於苗栗縣後龍鎮及桃園縣大園鄉，以台農64號爲材料，探討不同鉀肥處理對食用甘藷大

小藷產量之影響。結果如表14、15所示，由表14可知後龍鎮春秋作以210及240公斤/公頃處理之之大藷產量及比例較高。大園鄉試驗的結果如表15可知，秋作大藷產量及比例均隨鉀肥施量之增加而增加。春作鉀肥施量對大藷產量之差異未達顯著水準。

由以上的結果可知，增施鉀肥可提高塊根收量，但每公頃以不超過210公斤的鉀肥施量爲佳。

4.肥料要素對甘藷品質之影響

施用氮肥可增加塊根之胡蘿蔔素含量，亦能增加塊根中蛋白質含量。多施磷肥可增加澱粉含量，提高塊根蒸煮時之肉質品質，並可改進塊根耐貯性。施用鉀肥對塊根中胡蘿蔔素之含量無顯著影響，但多量施用鉀肥，對澱粉率、食味、貯存性等有降低情形。微量元素一般對甘藷收量及品質影響極小(6,9))。

表 14. 鉀肥對食用甘藷大小藷產量之影響(1981、後龍鎮)
Table 14. Effects of potassium rate on large and small root yield of sweet potato at Houlung in 1981.

期 作 Crop season	鉀肥施量 K_2O (kg/ha)	產量(Kg/ha) Root yield			比例 (%) Ratio	
		大 藷 Large	小 藷 Small	總 產 量 Total yield	大 藷 Large	小 藷 Small
秋 作 Fall	180	19,567 b	8,883 a	28,450 b	68.8	31.2
	210	26,683 a	6,508 b	33,191 a	80.4	19.6
	240	28,725 a	5,292 c	34,017 a	84.4	15.5
春 作 Spring	180	15,558 b	8,423 a	23,981 b	64.9	35.1
	210	18,517 a	6,900 b	25,417 a	72.9	27.1
	240	18,758 a	6,675 b	25,433 a	73.8	26.2

Note：Means in a column with different letters are significantly different at 5% level according to DMRT.

表 15. 不同鉀肥對食用甘藷大小藷產量之影響(1982、大園鄉)
Table 15. Effects of potassium rate on large and small root yield of sweet potato at Tayuan in 1982.

期作 Crop season	鉀肥施量 k_2O (kg/ha)	產量(Kg/ha) Root yield 大藷 Large	小藷 Small	總產量 Total yield	比例 (%) Ratio 大藷 Large	小藷 Small
秋作 Fall	180	22,067 c	8,708 a	30,775 b	71.7	28.3
	210	25,958 b	7,217 b	33,175 a	78.2	21.8
	240	27,525 a	5,767 c	33,290 a	82.7	17.3
春作 Spring	180	29,183 a	10,767 b	39,950 b	73.0	27.0
	210	28,825 a	12,967 a	41,792 a	69.0	31.0
	240	28,918 a	12,850 a	41,768 a	69.2	30.8

Note：Means in a column with different letters are significantly different at 5% level according to DMRT.

5.種植密度與肥料要素對甘藷收量之影響

李良氏[3]應用效應曲面以研究氮、鉀及種植苗數與甘藷塊根產量間之數量關係。根據分析結果，種植密度(S)、氮(N)和鉀(k) 施用量間之直線關係及第一種曲線均極顯著，NXK之交感作用亦極顯著，而NXS、KXS及NXKXS之交感作用則均不顯著。依分析結果，擇試驗因子中效果顯著，配合成下列的複迴歸方程式：

$$Y = 3801.4 + 0.50227S + 113.1714N + 21.0974K - 0.000005189S^2 - 0.441N^2 - 0.04253K + 0.043NK$$

$R^2 = 0.7614$表示氮、鉀及種植苗數對塊根產量之變異約佔76%。

6.灌漑與肥料要素對甘藷收量之影響

據李良氏[4]研究在有灌漑和無灌漑之情形下，肥料要素對甘藷產量之影響，依變方分析之結果，選取因子中效果顯著者作迴歸方程式，得二次迴歸方程式如下：

有灌漑

$$Y = 21{,}710.37 + 425.78N + 66.79K - 3.29N - 0.27K^2 + 0.46\ NK$$

無灌漑

$$Y = 19{,}018 + 398.75N + 40.20K - 2.58N^2 - 0.11K^2$$

根據效應曲面之分析，將氮及鉀因子之各種不同之變值，分別代入上列方程式，便可求得在各種不同的氮及鉀肥配合量時之甘藷塊根產量推算值，結果如表16及17。由表16所得結果可知，有灌溉者，當每公頃鉀肥用量固定時，增加氮肥用量其塊根產量均有提高，其中以氮素施用量0～60公斤之間，其產量之增加幅度較大，但鉀每公頃施用量變級爲0及50公斤，而氮素增至80公斤時，其塊根產量則趨下降。當每公頃氮素用量固定，增施鉀肥時，塊根產量均有增加，但每公頃施用量在0、20、40及60公斤，鉀肥用量增至200公斤時，其塊根產量則趨下降，而氮鉀肥均爲最高變級時，其塊根產量最高爲44,577.0公斤／公頃。無灌溉者，當每公頃鉀肥用量固定時，增加氮肥用量其塊根產量均隨之提高，當每公頃氮素用量固定，增施鉀肥時，塊根產量均隨之增加，但其增加之幅度較小。而氮鉀肥均爲最高變級時，其塊根產量最高爲38,314.9公斤／公頃(表17)。

表 16. 有灌溉時在各種不同氮及鉀肥料配合量時之甘藷塊根產量推算值
Table 16. Predicted root yield of different combinations of nitrogen and potassium levels in irrigated plots. Unit:ton/ha

k_2O (kg/ha)	N (kg/ha)				
	0	20	40	60	80
0	21.7	28.9	33.5	35.4	34.7
50	24.8	32.0	37.1	39.4	39.2
100	25.7	33.8	39.3	42.1	42.4
150	25.6	34.2	40.2	43.5	44.1
200	24.2	33.3	39.6	43.4	44.6

表 17. 無灌溉時在各種不同氮及鉀肥料配合量時之甘藷塊根產量推算值
Table 17. Predicted root yield of different combinations of nitrogen and potassium levels in non-irrigated plots. Unit:ton/ha

k_2O (kg/ha)	N (kg/ha)				
	0	20	40	60	80
0	19.0	26.0	30.8	33.7	34.4
50	20.8	27.7	32.6	35.4	36.2
100	22.0	28.9	33.8	36.7	37.4
150	22.7	29.9	34.5	37.4	38.1
200	22.9	29.8	34.7	37.5	38.3

六、收穫期對甘藷產量、藷形及品質之影響

1.收穫期對甘藷大小、產量及乾物率之影響

近年來甘藷消費型態已著重於食用品質方面，因此食用甘藷的研究已廣受重視。本省甘藷大約在種植後五個月開始收穫，如與本省其他主要糧食作物相比，顯得種植時期較長。基於此，能否較早收穫又擁有較佳食用品質，已成研究的重點。

根據賴 (1990) 利用四個甘藷品種(系)於四種不同收穫期收穫，調查塊根直徑、長度、重量、收穫指數及塊根乾物重之結果如表18所示，由表中可知，塊根直徑在植後4個月到6個月間之差異不顯著，而其餘的性狀均隨收穫延後而有顯著的增加。由表19可知，插植後3個月起每隔半個月收穫調查至5個月爲止的結果，塊根直徑、重量、乾物率、收穫指數均隨收穫期延後而增加。此種結果與Purcell[33]等之結果相同。

表18. 收穫期對甘藷直徑、長度、重量、收穫指數及塊根乾物率之影響
Table 18. Effects harvest time on the root diameter, length, weight, harvest index and dry matter of sweet potato in fall crop of 1989.

收穫時期 Harvest time (M.A.P)	塊根直徑 Root diameter (mm)	塊根長度 Root length (cm)	塊根重量 Root weight (g)	收穫指數 HI (%)	塊根乾物率 Dry matter content (%)
植後3個月	3.89 b	10.7 c	71.8 d	39.7 d	27.5 d
植後4個月	5.42 a	12.1 b	150.6 c	57.6 c	29.7 c
植後5個月	5.78 a	12.9 b	184.2 b	62.0 b	31.4 b
植後6個月	5.97 a	14.4 a	240.0 a	76.1 a	34.7 a

Note：1. Means in a column with different letters are significantly different at 5% level according to DMRT.
2. M.A.P: months after planted.

表 19.收穫期對甘藷塊根直徑、長度、重量、收穫指數及乾物率之影響
Table 19. Effects harvest time on the root diameter, length, weight, harvest index and dry matter of sweet potato in summer crop of 1990.

收穫時期 Harvest time (M.A.P)	塊根直徑 Root diameter (mm)	塊根長度 Root length (cm)	塊根重量 Root weight (g)	收穫指數 HI (%)	塊根乾物率 Dry matter content (%)
植後3 個月	3.0 e	10.4 bc	47.5 e	30.8 d	25.0 e
植後3.5個月	3.6 d	10.0 c	63.2 d	39.8 c	28.2 d
植後4 個月	4.6 c	10.8 bc	110.6 c	55.6 b	30.1 c
植後4.5個月	5.0 b	11.2 ab	127.1 b	58.8 a	31.8 b
植後5 個月	5.4 a	12.1 a	148.7 a	66.1 a	35.3 a

Note：The same as table 18.

2.收穫期對塊根之粗蛋白質、可溶性糖分及澱粉含量之影響

根據賴等[24]調查不同收穫期塊根之粗蛋白質含量，可溶性糖分及澱粉含量之結果如表20所示，由表中可知粗蛋白質在植後 3 個月之含量最高，而澱粉含量則在植後 5 個月累積量達最高，而後急速下降，使植後 6 個月收穫所含澱粉量最少；反之可溶性糖分之含量，在前 3 個月收穫期均無顯著差異，但植後 6 個月收穫者則急速上升，使含量最高。此種結果與Collins等[29]及Picha[32]之結果相同。塊根內糖分含量雖會隨收穫期延長而增加，但其在塊根內累積情形則與澱粉累積情形相反，其原因可能是收穫時期延長後，澱粉轉化成糖分的緣故[31]。又賴等1991年於植後 3 個月起每隔半個月調查一次，至 5 個月爲止的試驗結果如表21所示，由表中可知粗蛋質含量於植後3個月較高，植後3.5個月到植後 5 個月的差異不顯著。可溶性糖分以植後 3 個月最高，3.5月最低。澱粉含量則以植後 3 個月最低，植後3.5及5個月最高。粗纖維素含量以植後 3 個月最低，植後 5 個月最高[25]。

又根據 Collins等[29]指出塊根內營養成份除蛋白質和食用品質較無關外，糖份與澱粉含量分別在12-15%及50-60%，且乾物率在24－28%之間者食用品質較佳。基於此種說法，植後 3 個月的糖份、澱粉含量及塊根乾物率，均已符合標準。但以塊根重量及收穫指數而言，從植後 3 個月起每個半個月均有顯著的增加，以栽培者之利益言，植後 5 個月收穫是比較有利的。

表 20. 不同收穫期對塊根內粗蛋白質、可溶性糖分及澱粉含量之影響(1989)
Table 20. Effects of harvest time on crude protein, soluble sugar and starch of sweet potato in fall crop of 1989.

收穫時期 harvest time (M.A.P)	粗蛋白質 crude protein (%)	可溶性糖分 soluble sugar (%)	澱粉含量 starch content (%)
插植後3個月	5.85 a	13.38 b	70.06 b
插植後4個月	4.87 b	13.74 b	70.82 b
插植後5個月	4.76 b	13.73 b	75.47 a
插植後6個月	4.34 c	16.51 a	68.29 c

Note：The same as table 18.

表 21. 不同收穫期對塊根內粗蛋白質、可溶性糖分、澱粉及粗纖維素之影響(1991)

Table 21. Effects of harvest time on crude protein, soluble sugar, starch and crude fibre of sweet potato in summer crop of 1991.

收穫時期 harvest time (M.A.P)	粗蛋白質 crude protein (％)	可溶性糖分 soluble sugar (％)	澱粉含量 starch content (％)	粗纖維素 crude fibre (％)
插植後3個月	3.10 b	19.2 a	63.4 c	2.22 d
插植後3.5個月	3.50 a	14.3 c	71.2 a	2.76 ab
插植後4個月	3.41 a	16.5 b	69.2 b	2.60 c
插植後4.5個月	3.49 a	16.5 b	69.3 b	2.73 bc
插植後5個月	3.38 a	15.43 b	71.5 a	2.77 a

Note：The same as table 18.

七、產期調節

近年來經濟發展結果，帶動消費者對產品品質之要求愈精，目前甘藷已不再供飼料用，而是供食用爲主。甘藷供應市場有淡旺季之分，且價格變動亦大，依據果菜運銷統計年報[15]，甘藷價格以10-3月價格較低，4-9月市場價格較好(表22)。又根據新竹區農業改良場及嘉義農試分所進行週年生產試驗的結果[5,14]，甘藷於本省中南部地區以7、8、9及10月種植者其塊根產量最高，11、12、1、2、5及6月種植者次之，而3及4月種植者最低，但亦有相當的收量 (如表24) 。而北部地區因品種及氣候的關係，其最適栽培期如表20所示，由表中可知台農64號以 4、5、6、7及8月種植者其塊根產量較高，10、11、12 月種植者產量較低。而台南15號以5、6、7、8、9及10月種植者產量較高，以1、11、12月種植者產量較低。而台農57號以5、6、7及8月種植者較高，以9、10、11、12月種植者較低(表23)。

爲求甘藷生產供銷之平衡，往昔只於最適栽培期種植甘藷的觀念有待調整，在產值與產量的權衡下，分期種植、錯開產期，避免因盛產而價賤的情事，是一種增加農民收益的重要手段。桃園區農業改良場爲調節甘藷之產期，乃結合北部之金山、大園、後龍、通霄等沿海適合甘藷栽培之鄉鎮，自2-6月實施分期插植，使產期分散在8-11月間，並由鄉鎮農會辦理分級包裝共同運銷業務，依市場及消費者不同用途之需要，藉以達到產銷平衡之目的。又北部地區因冬季氣溫低，育苗不易，爲了應付春夏作藷苗需要，桃園場於民國78年進行食用甘藷保溫育苗技術試驗，其結果如表25所示：以畦寬一公尺插植2行並覆以PE透明塑膠布的處理最好，每公頃可採 1,327,500苗，可供應春夏作本田33公頃。比對照處理 (一畦一行，無覆塑

膠布) 之採苗量爲135,000苗要增加約9倍(13,19)。雖然覆蓋塑膠布的栽培成本較高，但是其純收益均較一般栽培來得高(表26 、27)。

表 22. 1992年台北市果菜運銷市場食用甘藷運銷情形
Table 22. Marketing of sweet potato in Taipei in 1992 (according to Taipei Agricultural Products Marketing Corporation Market Year Book)

月 份 Month	成 交 量(公斤) Amount of marketing (kg)	平 均 價 格(元/公斤) Marketing price (NT/kg)	成 交 金 額(元) Total cost (NT)
Tan.	266,703	8.22	2,191,639
Feb.	165,684	10.37	1,718,730
Mar.	321,516	8.63	2,774,193
Apr.	179,472	12.22	2,193,283
May.	234,200	12.42	2,908,889
Jun.	161,989	12.23	1,980,383
Jul.	185,316	11.50	2,131,230
Aug.	272,343	14.14	3,850,750
Sep.	359,955	12.06	4,339,417
Oct.	432,486	9.52	4,116,941
Nov.	361,903	7.87	2,848,325
Dec.	400,477	8.18	3,277,188
Total	3,342,044	127.36	34,330,968

表 23. 甘藷週年生產試驗塊根產量(後龍鎮) 單位：公噸/公頃
Table 23. Effects of planting date on root yield of sweet potato at Houlung (ton/ha)

品 種	月 份 Month												
Variety	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Mean
台農64號 Tainung NO.64	12.8	13.3	15.2	20.9	22.8	21.4	22.6	29.2	10.1	7.7	6.4	2.5	15.4
台南15號 Tainan NO.15	4.5	8.9	9.4	9.2	11.2	11.6	11.7	14.0	14.0	10.0	4.7	1.9	9.3
台農57號 Tainung NO.64	13.7	12.9	13.8	13.3	23.4	18.8	19.6	24.0	4.4	4.0	3.1	1.8	12.7

表 24. 甘藷種植時期與塊根及莖葉收量比較(嘉義農試分所) 單位:公噸/公頃
Table 24. Effects of planting date on root yield of sweet potato at Chiayi AES. (ton/ha)

產 量	月 份 Month												
Yield	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec	Mean
塊根收量 Root yield	23.3	23.3	16.2	15.8	24.2	34.4	39.1	46.5	46.5	40.9	28.9	23.8	30.4
莖葉收量 Vine yield	31.3	33.5	37.9	40.6	31.2	23.1	22.3	12.7	11.7	14.9	19.1	26.1	25.4

供試品種：台農10號
Variety ：Tainung No.10

表 25. 保溫育苗技術對藷苗生育及採苗數的影響
Table 25. Effects of protected nursery treatments on development and number of seedling of sweet potato.

*處理	第一次(138 D.A.P) 蔓長 (cm)	分枝數 (支)	公頃採苗量 (苗)	第二次(171 D.A.P) 蔓長 (cm)	分枝數 (支)	公頃採苗量 (苗)	第三次(197 D.A.P) 蔓長 (cm)	分枝數 (支)	公頃採苗量 (苗)	平均 蔓長 (cm)	分枝數 (支)	總計 三次公頃採苗量 (苗)
1	41.1	4.8	426,500	44.5	5.5	461,500	51.0	5.2	439,500	45.5	5.2	1,327,500
2	40.8	3.2	302,000	45.6	4.1	323,000	47.7	4.1	297,000	44.7	3.8	922,000
3	40.3	3.6	247,666	43.6	4.9	354,666	47.2	5.0	414,333	43.7	4.5	1,016,665
4	41.3	4.0	339,333	41.7	4.1	323,333	47.3	4.4	565,333	43.4	4.2	1,227,999
5	41.9	2.6	217,500	42.7	3.4	289,750	47.6	4.0	417,750	44.1	3.3	925,000
6	42.4	2.3	179,000	42.9	2.8	228,750	47.9	3.3	281,750	44.4	2.8	689,500
7	21.9	1.4	——	24.4	1.6	——	38.7	2.8	135,000	28.3	1.9	135,000

*處理 (Treatments)

1.畦寬1公尺，二行覆塑膠布

1.Two-row ridge in 1 meter width and covered with transparent plastic.

2.畦寬1公尺，二行覆塑膠布及黑色塑膠布

2. Two-row ridge in 1 meter width and covered with transparent plastic, mulched with black plastic.

3.畦寬1.5公尺種三行覆塑膠布

3.Three-row ridge in 1.5 meter width and covered with transparent plastic.

4.畦寬1.5公尺種五行覆塑膠布

4.Five-row ridge in 1.5 meter width and covered with transparent plastic.

5.畦寬2公尺五行覆塑膠布

5.Five-row ridge in 2 meter width and covered with transparent plastic.

6.畦寬2公尺，五行植，以塑膠布遮蓋並以黑色塑膠布覆蓋

6. Five-row ridge in 2 meter width and covered with transparent plastic, mulched with black plastic.

7.一般栽培(一畦一行，無覆塑膠布)

7.Normal cultivation (One-row ridge, covered nothing).

表 26. 食用甘藷保溫育苗技術試驗各處理之生產成本(元/公頃)
Table 26. Production cost of protected nursery treatments of sweet potato seedling. (NT/ha)

*處理	生產資材 種苗	肥料	農藥	塑膠布	勞力費 整地	作畦	施肥	噴藥	覆塑膠布	灌排水	剪苗	合計
1	24,000	4,420	1,400	39,000	4,500	3,000	2,000	2,700	2,250	2,700	59,400	145,370
2	24,000	4,420	1,040	51,152	4,500	3,000	2,000	1,800	4,500	2,700	41,400	140,512
3	24,000	4,420	1,400	39,000	4,500	3,000	2,000	2,700	2,250	2,700	45,450	131,420
4	34,000	4,420	1,400	39,000	4,500	3,000	2,000	2,700	2,250	2,700	55,350	151,320
5	30,000	4,420	1,400	39,000	4,500	3,000	2,000	2,700	2,250	2,700	41,850	133,820
6	30,000	4,420	1,040	51,152	4,500	3,000	2,000	1,800	4,600	2,700	31,050	136,162
7	12,000	2,560	1,500	—	4,500	3,000	900	2,700	—	2,700	6,300	36,160

*: The same as table 25.

表 27. 食用甘藷保溫育苗技術試驗各處理效益
Table 27. The return of protected nursery treatments of sweet potato seedling.

處理* Treatments	產量 Seedling (number/ha)	單價 Price (NT/plant)	產值 Gross profil (NT/ha)	生產成本 Cost of production (NT/ha)	純收益 Returns (NT/ha)	指數 Index	增值 Increment (NT/ha)
1	1,327,500	0.3	398,250	145,370	252,880	5,826.7	(+)248,540
2	922,000	0.3	276,600	140,512	136,088	3,135.7	(+)131,748
3	1,016,665	0.3	305,000	131,420	137,580	3,999.5	(+)169,240
4	1,227,999	0.3	368,400	151,320	217,080	5,001.8	(+)212,740
5	925,000	0.3	277,500	133,820	143,680	3,310.6	(+)139,340
6	689,500	0.3	206,850	136,612	70,688	1,628.8	(+) 66,348
7	135,500	0.3	40,500	36,160	4,340	100.0	

*：The same as table 25.

八、甘藷機械化的研製

1.挿植機：

目前雜糧機械尚未普及，甘藷挿植仍賴人工作業，一般挿植方法，在砂質土壤時，一手拿苗、一手挿植，於粘質土壤挿植時因無法用手挿植，必需一人拿鋤頭挖穴，一人放甘藷苗，不但花工費時非常辛勞。爲解決甘藷挿植問題，屏東農專及嘉義農試分所研製甘藷挿植機冀能代替人工作業。爲促進甘藷栽培一貫機械化作業屏東農專推行之單人一畦雙行式甘藷挿植機，（一人駕駛一人挿二行，雙行植）嘉義農試分所改良之二人三畦單行式甘藷挿植機（一人駕駛、二人共挿三行單行植）。根據機挿試驗的結果，以甘藷產量而言，一畦種雙行與一畦種單行對甘藷產量應無差異，而且一畦雙行植所需苗數增加1/3，以種植時間而言機挿一畦種兩行,每公頃需40小時,挿一畦種單行每公頃爲30小時，人工挿植一畦種雙行每公頃爲88小時,一畦種單行76小時,雙行植比單行植費工較多。以甘藷收穫作業而言，雙行植收穫較困難，故站在省工與經濟立場，以一畦種單行爲佳。

2.收穫機：

目前甘藷的採收，通常用牛犁，將藷畦兩側或一側犁開，再將塊根犁翻一側，其所費工時，在生產作業上佔很大的比例，在勞力缺乏的現在，以代耕方式利用收穫機來收穫甘藷是不可避免的趨勢。嘉義農試分所目前已研製成甘藷收穫機、它的構造主要的部份是由割蔓機、除蔓機、破畦及挖藷犁、輸送柵鏈、主架、尾輪及轉動裝置等七部份所構成。操作的方法是利用曳引機附掛收穫機，作業時由曳引機帶動收穫機，前端裝割蔓機，先將莖葉切斷再由除蔓板推至溝中。畦之兩側由破畦犁犁開，挖藷犁將塊根與泥土一同挖起，在經過輸送鏈時土塊自輸送鏈條空隙中掉入地面，塊根則落於畦面排列，便於人工撿藷，分級包裝。收獲機之作業效能，可代替人工割蔓及收獲作業，將割蔓、破畦、挖藷、撿藷等項工作一次完成。工作效率每公頃6.7小時,較人工收穫快約10倍。又除蔓機可將甘藷蔓推到畦面兩旁，以利挖

藷作業之進行。割蔓機可將甘藷蔓切斷3-15公分便於莖葉埋入土中。

用甘藷收穫機收穫比人工收穫乾淨，人工採收塊根埋沒率7.7%,機收為1.8%。每公頃收穫成本費可減少4.8%，塊根受傷率較高。塊根受傷率以人工採收者為9.3%，以機收者為5.5%，故可知採用甘藷機收穫確能節省大量勞力[6,17,18]。但現今甘藷以食用為主，塊根必需讓消費者挑選，故保持甘藷外觀完整很重要。基於此，桃園區農業改良場目前正進行收穫機改良工作，針對目前的機型其輸送柵鏈過長，且以鐵條為之，當甘藷在上面滾動之時，容易因碰撞而破皮。故擬將柵鏈縮短，並將鐵條套上柔軟塑膠套，如此一來機收甘藷將會更加實用。

結　　論

(一)品種選擇：選擇利用價值較高的推廣品種。

(二)優良藷苗：選取25－30公分左右，具有7－8 節、6－7片葉片的先端苗。

(三)入土節數：埋入3－4節為佳。

(四)插植方式：春作以斜插法較有利，秋作則以水平插較有利。

(五)開土與否：開土能提高規則藷形比例，並降低小藷產量。

(六)開土深度：大開土與小開土對大藷及總產量之差異不大。

(七)開土時間：插植後40天開土較有利。

(八)栽培密度：低密度栽培(1X0.25公尺)的大藷產量最高。

(九)肥料用量：

1.氮素可增加塊根數目，並增加收量，且其適當的施用期是在定植後40天內施用。

2.鉀肥會增加大形藷之比例，但最高以不超過每公頃施用210公斤的量為宜。

3.氮、鉀及種植苗數對塊根產量之變異約占76%。

4.甘藷在生育期中有灌溉及無灌溉，氮及鉀對塊根產量所產生效應面形態無不同影響，僅在有灌溉之條件下，其塊根產量比無灌溉者為高。

(十)收穫期：以定植後 5 個月為宜。

(十一)產期調節：錯開產期可避免因盛產而導致價賤之情事。

(十二)機械化研製：插植機：一畦種單行之插植機，比人工插植可節省1.5倍的人力。收穫機：工作效率較人工快約十倍。

參考文獻

1. 台灣農業年報，1992. 台灣省政府農林廳編印, pp.54-55。
2. 李良，簡金寬，蔡富，1968. 甘藷三要素施用量試驗。台灣省省農林廳編印, pp1-32。
3. 李良，1968. 應用效應曲面研究氮、鉀及種植密度對甘藷塊根產量之影響。中華農學會報新62期 16-28。

4. 李良，1969. 甘藷肥料試驗效應曲面及適當經濟配合量之研究。中華農學會報新66：30-49。

5. 李良，1979. 甘藷增產可能性及其限制因素之探討與改進對策。台灣雜糧增產之研究p. 242-249。

6. 李良，1985. 甘藷栽培技術。行政院農業委員會、台灣省政府農林廳編印。PP. 1-62。

7. 李良，1986. 甘藷收穫指數之變異及其在育種上關係之研究。中華農學會報136：25-36。

8. 李良，1988. 臺灣甘藷產業之現況及展望。科學農業36(9-10)：255-264 。

9. 李良, 嚴新富. 1988。栽培技術對甘藷品種光合產物生產及分配影響。中華農學會報新141：47-60。

10. 李良，1989. 肥料要素與甘藷生長及收量之關係。科學農業 37(11-12)：281-287。

11. 辛仲文，1982. 食用甘藷栽培法試驗。雜糧作物試驗研究簡報24：28-31。

12. 辛仲文，彭武男, 1983. 食用甘藷栽培法試驗(第二報) 。雜糧作物試驗研究簡報25：13-15。

13. 辛仲文，林文龍，林維和，1989. 食用甘藷保溫育苗技術試驗。雜糧作物試驗研究年報P. 27～30。

14. 邱發祥，1981. 食用甘藷栽培法試驗。雜糧作物試驗研究簡報25：16 -19。

15. 果菜運銷統計年報，1983. 台北農產運銷股份有限公司編印。pp. 106-117。

16. 林國謙，溫西濱，1956. 甘藷施肥適量試驗。農業研究6(2)：1-14。

17. 林金鐵，蘇重生，翁金瑞，1990. 甘藷插植機田間試驗。77年農機研究發展與示範推廣報告30-32。

18. 林文雄，王明茂，鄭克溫，蔡界益，林金鐵，1990. 甘藷收穫機多用途示範。77年農機研究與示範推廣報告40-41。

19. 姜金龍，辛仲文，陳正男，1992. 北部地區食用甘藷保溫育苗及產銷改進示範。八十一年飼料雜糧作物生產改進計畫執行報告pp. 1-7。

20. 食用甘藷品種，1983. 台灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所編印pp. 1-16。

21. 張守敬，曾憲鼎，1952. 台灣省甘藷三要素適量試驗。農業研究3(4)：7-12。

22. 華應雄，周星娣，1984. 中國甘藷栽培學。上海科學技術出版社PP. 133-135。

23. 詹平喜，潘金塗，1989. 甘藷不同插植方法、開土厚度及時期對甘藷塊根形狀及產量之影響。雜糧作物試驗研究年報P13～18。

24. 賴永昌，賴昭蓉，廖嘉信，1990. 收穫期對不同甘藷品種、品質之影響。雜糧作物試驗研究年報17-24。

25. 賴永昌，廖嘉信，1991. 收穫期對甘藷品質之影響，II夏季甘藷在不同收穫期下對其品質的影響。 雜糧作物試驗研究年報13-21。

26. Bhagsari, A. S. and S. A. Harmon, 1982 Photosynthosis and photosynthate

partitioning in sweet potato genotypes J. Amer. Soc. Hortsci. 107(3) : 506-510.

27. Bhagsari, A. S. and A. C. Willis Jr, 1983 Canopy photosythesis and dry matter partitioning of selected sweet potato genotypes Hoitscience 18(2) : 172.
28. Chen H. Y., 1982. Marketing of sweet potato in Taiwan. Sweet potato procedings of the first international symposium pp. 413-420.
29. Collins, W. W.,1989.Improvement of nutritional and edible qualities of sweet potato for human consumption pp : 201-226. In : Planning conference on exploration, maintenance and ultilization of sweet potato genetic resources. International Potato Center, Lima, Peru.
30. Huett D. O. and G. H. O'neill, 1976. Growth and development of short and long season sweet potato in subtropical Australia. Expl. Agric., 12 : 385-394
31. Li, L. and C. H. Kao., 1891. Effect of nitrogen application time on tuber growth and vine of sweet potato Proc. Natl. Sci. Counc. ROC. Vol5. No.1 pp. 49-52。
32. Picha, D. H., 1986. Carbohydrate changes in sweet potatoes during curing and storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(6) : 89-92.
33. Purcell, A. E., D. T Pope and W. M. Walter, 1976. Effect of length of growth season on protein content of sweet potato cultivars. Hortscience 11(1) : 31.
34. Romaine, J. D., 1965. Consider plant food content of your crops. Better crops with plant food May-June : 1-8 .
35. Scott, E. L. and Ogle, W. L., 1952. The mineral uptake by the sweet potato Better crops with plant food 36(8) : 12-16.

誌　謝

承蒙農委會經費補助及陳建山博士指導之下，一系列甘藷栽培試驗得以順利進行，深表謝沈。報告整理期間，承蒙文化大學園藝系李良主任不吝提供資料與斧正，一併致謝。

The Improvement of Cultural Practice for Sweet Potato production

J. L. Jiang, J. W. Shin, and W. H. Lin
Taoyuan District Agricultural Improvement Station Hsin-wu, Taoyuan, Taiwan
C. H. Liao, and Y. T. Lai
Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI Chiayi, Taiwan
C. S. Chang, and P. S. Chan
Hualien District Agricultural Improvement Station Chi-an, Hualien, Taiwan, Republic of China

ABSTRACT

Factors affecting the yield and quality of sweet potato can be classified into two groups; those factors originated from the nature include climate, soil productivety and fertility, and the prevalence of insects and diseases. Impacts from the human beings include varietal performance, cultural practices, and other measures such as capital investment and consumers' preference. The enhancement in yield and quality of any crop can be achieved by developing varieties capable of matching the environmental conditions under appropriate cultural practices. For sweet potato, major concerns related to cultural practices include the selection of high quality vine cuttings and the optimum decision in planting time, planting method, planting density, fertilization, irrigation, soil banking, and insect and disease management. Due to the shortage of farm labor, the development of mechanization, especially for planting and harvesting, is also essential to the successful production of sweet potato. In order to increase farmers' profit, the adjustment of harvest time to meet market demand should be considered. Sweet potato is a better diet as compared to rice in terms of its higher nutritional value and dietary fiber content and lower calorie content. Studies are needed to expand its utilization and to develop modern processing techniques in order to facilitate the production of this important food crop.

(Key words : Sweet potato, cultural practices and improvement)

甘藷的病毒及似病毒病害

徐堯輝　李青蔚
中興大學遺傳工程中心

摘　要

感染甘藷的病毒及似病毒種類相當多,目前已知在臺灣存在的有sweet potato feathery mottle virus (SPFMV)、sweet potato latent virus (SPLV)、sweet potato yellow dwarf virus (SPYDV)、sweet potato leaf curl virus (SPLCV)及sweet potato witches' broom (SPWB)。除此之外，在其它地區記錄的還有sweet potato vein mosaic virus (SPVMV)、sweet potato mild mottle virus (SPMMV)、sweet potato caulimolike virus(SPCLV)及sweet potato closterovirus (SPCV)。藉由對這些病原的了解，可以製備偵檢試劑，及發展靈敏的偵測方法，進而建立有效的病毒檢定系統，以生產無病毒種源。

(關鍵詞：甘藷病毒、甘藷似病毒病害、病毒檢定)

前　言

甘藷是一種可供人類糧食及牲畜飼料的作物，根據聯合國糧農組織估計，在全球作物產量中甘藷排名第七[32]，而其中80%的產量集中在亞洲。臺灣的栽培面積曾達24萬公頃，爲最重要的輔助糧食作物，目前隨著經濟的發展，重要性漸失，栽培面積已萎縮至一萬公頃左右。國內嘉義農業試驗所及亞洲蔬菜研究發展中心，對甘藷栽培、育種及病毒檢定的研究，貢獻匪淺。近年國際間對甘藷作物的興趣再興，加速國際間種原交換的需求，使病毒的研究無形中逐漸受到重視。由於甘藷是藉由莖蔓或根行無性繁殖，病毒及似病毒的感染極爲普遍，在所有甘藷栽培地區均有病毒病害的記錄。但是對甘藷病毒特性的瞭解，在1980年代初期以前仍屬混沌，究其原因包括：1)病徵的表現常因病毒種類及系統、甘藷品種及環境因素而異，而且病徵經常隱蔽；2)有些病毒在甘藷組織濃度極低，且分佈不均，造成偵測及純化的困難；3)甘藷汁液含抑制物質，不易汁液接種，難以測定理化性質；4)甘藷病毒病害多爲複合感染，因此在鑑定、診斷等病因學上的研究較爲不易；5)甘藷栽培區大多屬經濟發展較落後地區，病毒研究設備及病毒學家較缺乏。

國際間種源交換，在檢疫制度仍不完善下，很容易造成病毒的散佈[42]及更大面積的危害。因此鑑定栽培地區的病毒種類，建立準確的檢定系統以確定種源無病毒感染，是當前甘藷栽培首要之務。本文旨在摘要近年學者對甘藷病毒及似病毒病害研究的結果。

內　容

一、臺灣記錄的甘藷病毒：

㈠Sweet Potato Feathery Mottle Virus (SPFMV)

SPFMV幾乎在甘藷所有品種皆可發現，爲分佈最廣的甘藷病毒[32]。早期依不同系統造成病徵的不同，此而有諸多不同命名，如russet crack virus、sweet potato virus A、sweet-potato ringspot virus、sweet potato leaf spot virus及internal cork virus等[6,7,8,28,29,38,49]。由於它普遍感染旋花科(Convolvulaceae)植物，並常和其它病毒複合感染[37]，因而當其它甘藷病毒寄主範圍和SPFMV相似時，常造成甘藷病毒病害在鑑定上的困擾。SPFMV 造成的病徵常依寄主、病毒系統及環境而發生改變[4,7,8,29,30,31]，在甘藷葉部表現各種退色斑，延著中肋葉脈發生不規則羽狀黃化斑點(feathering)，有些則在斑點外緣有紫色色素產生。有些SPFMV系統會造成某些品種甘藷塊根的外表或內部局部壞疽。在指示植物*Ipomoea nil*或*I. setosa*上則產生葉脈透明、黃化斑點等病徵。已被報告的SPFMV系統有四：C系統(common strain)，只感染旋花科，在甘藷僅造成葉部病徵，而不感染藜科(*Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn)[31]；RC 系統 (russet crack) 在有些甘藷根部會造成病斑，並且感染藜科形成單斑[7,8]；YV系統(yellow vine)，在*Ipomoea nil* (L.)Roth造成嚴重之病徵，而835系統會感染*Nicotiana benthaniana* Domin[29]。RC，YV及835系統之血清關係極爲接近，而C系統則較遠[29]。SPFMV病毒顆粒爲長絲狀，其長度國內的報告爲850-900nm[11]，而國外報告爲810-815nm[7,8]，外鞘蛋白分子量約爲38K daltons，其核酸爲單股RNA分子量$3.65x10^6$ daltons，屬potyvirus病毒群[5,6]。SPFMV傳播方式可藉由汁液傳播或是媒介昆蟲如綠桃蚜(*Myzus persicae Sulzer*)及棉蚜(*Aphis gossypii* Glover)以非永續性方式傳播。種子傳播的可能性極低[46]，在診斷上除依寄主病徵反應外，亦可藉由血清

方式[6,7]或核酸探針之雜配方式[1]。分析SPFMV基因體3'的核苷酸序列顯示鞘蛋白及核內含體NIb序列，與potyviruses中的 plum pox virus 關係較近，而與potato virus Y或tobacco etch virus 較遠[2]。

㈡Sweet Potato Latent Virus (SPLV)

SPLC早期命名爲sweet potato virus N (SPV-N)，臺灣最早有相關報告出現[11]，目前也僅在臺灣分離出此病毒。SPLV寄主範圍包括旋花科、藜科和一些Nicotiana species[24,25]。如同此病毒名稱一般，在大多數甘藷品種上不產生病徵，但在 I. *setosa* 上可產生輕微病徵，*N. benthamiana* 爲最適之增殖寄主。 病毒顆粒爲長絲狀，其長度約700-750nm，根據電泳分析測定其外鞘蛋白分子量爲 36K daltons 。病毒可藉機械汁液傳播，而蚜蟲及粉蝨則無法傳播。若以SPFMV和SPLV血清相互測試，則二者之間並無關連性[11,32]，SPLV在感病組織會產生細胞質內含體[11]，分析SPLV基因體3'端的核苷酸序列顯示其

爲potyvirus群的一員，其鞘蛋白氨基酸序列與potato virus Y、plum pox virus、tobacco etch virus及SPFMV的同源性比較各爲60.3%、56.0%、62.5%、60.4%[3]。

㈢Sweet Potato Yellow Dwarf Virus (SPYDV)

SPYDV原先稱爲whitefly transmissible sweet potato virus，目前僅在臺灣有記錄[11]，此病毒造成甘藷葉片斑駁、黃化及植株矮化，尤其在土壤肥力較差及氣溫較低時病徵更爲明顯。感病植株葉綠素含量降低50%以上，而根系在受此病毒感染後發育不良，甘藷產量明顯減低，且品質變差失去市場價值。SPYDV通常和SPFMV造成複合感染，其寄主範圍以旋花科、藜科爲主。亦可感染*Gomphrena globosa L., Sesamum orientale* L., *Datura stramonium* L.,及*Cassia occidentalis* L. (S. K. Green未發表)。 病毒形態和potyvirus 相似，長度約爲750mm，鞘蛋白分子量爲33K daltons，病毒可藉汁液機械接種傳播，亦可由媒介昆蟲粉蝨傳播，桃蚜則無法傳播[11]。SPYDV、SPFMV 及 SPLV無血清關係。

㈣Sweet Potato Leaf Curl Virus (SPLCV)

甘藷捲葉病到目前爲止僅在台灣[10]，日本[36,47]發現，感染之甘藷，葉片向上捲曲，通常此病徵發生在較年輕的葉片或是幼苗，有些品種在葉背可見維管束突起[11,12]。在高溫時捲葉病徵表現非常明顯，低溫時病徵則較不明顯或無病徵。其寄主範圍限制在旋花科植物，在*I. nil*及*I. setosa* 的反應爲葉片向下捲曲、變形。 此病毒可藉由媒介昆蟲粉蝨傳播或是利用嫁接方式傳播，無法機械或蚜蟲傳播[11]。利用電子顯微鏡觀察陰染汁液，可見形態爲雙生球形之病毒顆粒 (twinned icosahedron)，其大小約 18-20nm，屬geminivirus 病毒群[15]。電子顯微鏡超薄切片，也可觀察到geminivirus-like的病毒顆粒，分佈於韌皮細胞之核內[36]。在診斷上可利用geminivirus核酸雜配(hybridization)的技術來偵測。SPLCV感染TN-66及 CN1108-13，產量下降48%及45%，但對甘藷塊根的品質則無影響(S. K. Green，未發表)。

二、在臺灣尚未發現的甘藷病毒病害：

㈠Sweet Potato Vein Mosaic Virus (SPVMV)

SPVMV只在阿根廷有報告發表[34]，感染此病毒之甘藷植株會嚴重矮化、較少塊根形成且葉會變形爲簇狀葉。在 *I. setosa* 上所造成的病徵則和SPFMV相似。SPVMV病毒顆粒爲長絲狀但較SPFMV爲短，約761nm。其傳播途徑亦可藉由蚜蟲以非永續性方式傳播[35]。但由於此病毒至今尚未純化製備抗血清，因此尚無法以血清比較此病毒和其它甘藷病毒間的關係，或是調查其他國家地區甘藷感染此病毒的情形。

㈡Sweet Potato Mild Mottle Virus (SPMMV)

SPMMV是由東非地區的甘藷上分離出的，在甘藷上會造成葉片斑駁、葉脈黃化，矮化及生長緩慢[18]。指示植物*I. setosa* 接種後多達四片葉片會產生極鮮明葉脈黃化現象，但在

其後或新長出的葉片則無病徵。 其傳播途徑可藉由媒介昆蟲粉蝨傳播。 病毒顆粒外觀及所產生的內含體皆類似potyvirus，但SPMMV的一些生物特性仍和potyvirus不同。其寄主範圍相當廣，包括14科45屬，此爲甘藷病毒中的一個特例[32]。

㈢Sweet Potato Caulimolike Virus (SPCLV)

Atkey和Brunt在波多黎各分離出一病毒，其性質和 caulim-joviruses相似，其後在Madeira, New Zealand，Papua New Guinea及Solomon Island也相繼分離出此病毒[3]。其在甘藷上無典型病徵可爲診斷依據，但可從指示植物*I. setosa* 上判斷，早期在葉片小脈上會產生黃化斑點，而後在葉脈間也出現，最後導致整片葉面萎凋、死亡。其病毒顆粒型態爲典型的caulimovirus，而所產生的細胞內含體和 geminivirus引起的內含體造成的纖維環相似，但感染的細胞核未發現 SPCLV內含體，且在血清上和 caulimovirus 無親緣性,及無法藉由蚜蟲以半永續性方式傳播，所以其眞正的分類地位仍有待研究。

㈣A closterovirus associated with SPVD complex

SPVD是由SPFMV及whitefly-transmitted agent (WTA)複合感染所造成[37]，但是長久以來WTA病原一直是謎，Cohen及Loebenstein報告cucumber mosaic virus不會單獨感染甘藷，但可與WTA造成複合感染[13]。最近Winter等人自Nigeria感染Sweet potato virus disease(SPVD) complex的甘藷分離出一新病毒[45]，其顆粒爲彎曲絲狀，長度約爲950nm。在感病植物之韌皮組織形成許多膜狀包圍的的囊胞，此爲closterovirus感染的典型細胞病理特徵。感病之甘藷或*I. setosa* 組織可分離出6.1 MD及數段較小的dsRNAs，自dsRNA合成並選殖的cDNA株，可偵測到分子量大小約9Kb的ssRNA。這些証據顯示Nigeria的 SPVD可能是由此closterovirus及SPFMV共同引起的。

三、似病毒病害：

甘藷簇葉病(sweet potato witches' broom ；SPWB)此病害在1947年即被報告發生於琉球群島[40,43]，而臺灣最早的記錄在1969年發生於澎湖地區[48]。現今已有許多國家地區有SPWB病害[9,14,19,20,41,44]，主要發生在南亞及太平洋地區。此區域性特徵可能與其媒介浮塵子*Orosius lotophagorum* ryukyuensis及*Nesophrosyne rynkyuensis* 不存在於其他地區有關[33]。其主要病徵包括小葉、節間縮短、植株矮化、植株生長受阻、幼枝增生、形成簇葉、開花不孕、塊根變小，產量減少可達80%以上。此病害的病原在1970年時已知和擬菌體(mycoplasma-like organism)相關連[22]，其大小直徑約0.1-1.0mm，通常累積在篩管，其傳播途徑可藉由浮塵子傳播，並可殘存在未種植地區。所以偵測上困難且費事，如今，臺大林長平教授實驗室已製備單元抗體[39]及核酸探針[21]，提供偵測上之一新途徑。

四、無病毒苗之培育及病毒檢定：

㈠無病毒苗之培育

培育無病毒甘藷苗，可經由熱處理或化學療法配合莖頂培養[10,23,26]。廖及鐘(1979)以38-40℃熱處理臺農63號植株一個月，切取莖頂0.3-0.6mm培養，可獲得66.7%無病毒幼苗。以SPWB爲例，利用熱處理(37℃/1月)處理切下的莖，則在七個月內觀查不到SPWB且沒有whiches broom的病徵產生，以生長點組織培養法切下近生長點處0.3mm培養也可有效刪除 SPWB[10,23]。去除病毒後的甘藷組織經初步培養可先以 ELISA進行篩選，選出的甘藷苗需再經病毒檢定，通常以嫁接方式行生物檢定，兩次嫁接至指示植物 *I.setosa* 或 *I. nil* 測試選出無病徵者，再以組織養大培量繁殖，提供田間栽種[23]。

由莖頂培養苗所繁殖之無病毒植株較同一品系未經處理之植株，其第一個生產季產量高出 22.5-76.3%，病毒再感染率則降低 86-98%，至第四季栽培後仍維持優勢，同時甘藷之品質成份均未受莖頂組織培養所影響[17]。

(二)病毒檢定

目前甘藷病毒檢定之工作，主要包括生物檢定及血清檢定，核酸探針雜配檢定則在逐步發展中。

1.生物檢定：以機械接種或嫁接方式，依指示植物 *I. nil* 或 *I. setosa* ，病徵表現情形鑑定。如SPCLV在甘藷上不造成病徵，但在 *I. setosa* 上產生黃化斑點[32]。大多的甘藷病毒在組織內部都分佈不均[1,16,]一般都需嫁接兩次以上方能獲得確切結果。

2.血清檢定：國內甘藷病毒已被純化並製備抗血清的包括， SPFMV、SPLV及SPYDV[11]，此外SPWB單元抗體也已製備出[39]，這些病原皆可以血清檢定。血清檢定的方式一般以ELISA進行，新近中研院林納生博士等發展的組織轉印方式亦可快速有效的應用於甘藷病毒之檢定[27]。

3.核酸探針檢定：可利用病毒核酸的保留區域序列(conserved sequence)製成探針， 將待測的甘藷總量 DNA 抽出進行南方墨點雜配(Southern hybridization)或是將待測組織壓擠轉印到硝化纖維膜上，進行Squash blotting[1]。如SPLC即可以此法檢定，利用geminivirus外鞘蛋白核酸序列爲探針。若是檢定RNA病毒，則將待測的甘藷總量RNA抽出或是擠壓轉印進行北方墨點雜配(Northern hybridization)。一般而言核酸雜配的方法較血清方法靈敏度增加許多[1]。

結　論

研究者期望從現今已知的病原當中，加强對這些病原的偵測及特性研究並由其地理分布瞭解其傳播的途徑。另外也希望藉由對甘藷病害的瞭解提供一套有效的檢定系統來對甘藷種源進行篩選，以期發展出無病毒種源以供農業栽培及學術研究之用。除了上述病害外，仍有許多甘藷病毒及似病毒病害無法獲知其病因，或病原之分類地位混淆。新分子生物技術的開發應用將是解決這些問題的利器。抗病選種或育種,包括遺傳工程技術的應用也使甘藷的研究工作有更新的挑戰。

臺灣過去在甘藷病毒的研究曾執世界牛耳，目前雖然栽培面積逐漸萎縮，病毒的研究實應持續加强，不僅在國際學術的地位得以繼續發揚，發展高品質、高產量的甘藷品種，也是一項極重要的農業資源。

參考文獻

1. Abad, J. A., and Moyer J. W. 1992. Detection and distribution of sweet potato feathery mottle virus in sweetpotato by in vitrotranscribed RNA probes (riboprobes) , membrane immunobinding assay, and direct blotting. Phytopathology 82：300-305.
2. Abad, J. A., and Moyer, J. W. 1993. Sequence analysis of the putative polymerase cistron of sweet potato feathery mottle and sweet potato latent potyviruses. (Abstract). IXth International Congress of Virology, Glasgow, Scotland, 1993.
3. Abad, J. A., and Moyer, J. W. 1993. The nucleotide sequence of the 3' region of sweet potato latent virus genome corresponds to a potyvirus. (Abstract). IXth International Congress of Virology, Glasgow , Scotland, 1993.
4. Alconero, R., 1972. Effects of plant age, light intensity and leaf pigments on symptomatology of virus-infected sweet potatoes. Plant Dis. Rep. 56：501-504.
5. Atkey P. T., and Brunt A. A. 1987. Electron microscopy of an isometric caulimo-like virus from sweet potato (*Ipomoea batatas*). J. Phytopathol. 118：370-376.
6. Cadena-Hinojosa, M. A., and Campbell, R. N. 1981. Serological detection of feathery mottle virus strains in sweet potatoes and *Ipomoea incarnata* Plant Dis. 65：412-414.
7. Cali, B. B., and Moyer, J. W. 1981. Purification, serology, and particle morphology of two russet crack strains of sweet potato feathery mottle virus. Phytopathology 71：302-305.
8. Campbell, R. N., Hall, D. H., and Mielinis, N. M. 1974. Etiology of sweet potato russet crack disease. Phytopathology 64：210-218.
9. Chen, J. Y., Chen, X. K., Li, K. B., Ling, K. S., and Ke, C. 1985. Transmission tests of sweet potato witches' broom. Fujian Agric. Science. Technol. 1：6-8.
10. Chiu, R. J., Liao, C. H., and Chung, M. L. 1982. Sweet potato virus diseases and meristem culture as a means of disease control in Taiwan. in: Sweet Potato Proceedings of the First International Symposium. R. L. Villareal and

T. D. Griggs (eds). AVRDC, Shanhua, Tainan, Taiwan, R.O.C. 480pp.

11. Chung, M. L., Hsu, Y. H., Chen, M. J., and Chiu, R. J. 1986. Virus diseases of sweet potato in Taiwan. Pages 84-90 in: Plant Virus Diseases of Horticultural Crops in the Tropics and Subtropics. FFTC Book Series 33. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, Taipei, Taiwan, Republic of China.

12. Chung, M. L., Liao, C. H., Chen, M. J. and Chiu, R. J. 1985. The isolation, transmission and host range of sweet potato leaf curl disease agent in Taiwan. Plant Prot. Bull. 27 : 333-342.

13. Cohen, J., and Loebenstein, G. 1991. Role of a whitefly-transmitted agent in infection of sweet potato by cucumber mosaic virus. Plant Dis. 75 : 291-292.

14. Dabek, A. J., and Gollifer, D. E. 1975. Mycoplasma-like organisms in *Ipomoea batatas* in the Solomon Islands. PANS (Pest Artic. News Summ.) 21 : 384-387.

15. Green, S. K., Hsu, Y. H., and Lesemann, D. E. 1989. Sweet potato leaf curl disease-Further investigation and association of a geminitype virus particle with the disease. (abstract). Plant Prot. Bull. 31 : 410.

16. Green, S. K., Kuo, Y. J., and Lee, D. R. 1988. Uneven distribution of two potyviruses (sweet potato feathery mottle virus and sweet potato latent virus) in sweet potato plants and its implication on virus indexing of meristem derived plants. Tropical Pest Management 34 : 298-302.

17. Green, S. K., Tsou, S. C. S., and Wu, S. F. 1992. The effect of meristeming on yeild, quality and on virus reinfection of sweet potato. Plant Prot. Bull. 34 : 192-201.

18. Hollings, M., Stone, O. M., and Bock, K. R. 1976. Purification and properties of sweet potato mild mottle, a whitefly borne virus from sweet potato (*Ipomoea batatas*) in East Africa. Ann. Appl. Biol. 82 : 511-528.

19. Kahn, R. P., and Monroe, R. L. 1969. Detection of sweet potato little leaf agent (witches' broom) in and introduction of Ipomoea batatas from Tonga. Plant Prot. Bull. F. A. O. 17 : 104-106.

20. Ke, C., Chen, J. Y., Chen, X. K., Ling, K. S., and Chen, H. 1985. Investigations and electron microscopic observation on sweet potato witches' broom in Fujian. Fujian Agric. Sci. Technol. 1 : 2-5.

21. Ko, H. C., and Lin, C. P.1993. Application of cloned DNA probes for the detection and differentiation of sweet potato witches' broom mycoplasma like organism. (Abstract). IXth International Congress of Plant Pathology,

Montreal, Canada, July 28-August 6, 1993.

22. Lawson, R. H., Kahn, R. P., Hearon, S., and Smith, F. F. 1970. The association of mycoplasma like bodies with sweet potato little-leaf disease. (Abstract) Phytopathology 60 : 1016.

23. Liao, C. H., and Chung, M. L. 1979. Shoot tip culture and virus indexing in sweet potato. J. Agri. Res. China 28 : 139-144. (in Chinese with English summary)

24. Liao, C. H., Chien, I. C., Chung, M. L., Chiu, R. J., and Han, Y. H. 1979. A study of sweet potato virus disease in Taiwan. I. Yellow spot virus. J. Agri. Res China 28 : 12-138.

25. Liao, C. H., Chien, I. C., Chung, M. L., Han, Y. H., and Chiu, R.J. 1979. Two sap transmissible sweet potatoes virus occuring in Taiwan. a. Identification and some in vitro properties. in: U.S.-China Joint Seminar on Virus Diseases of Fruit and Vegetable Crops. Homestead, Florida, Aug. 15-17, 1979.

26. Liao, C. H., Toag, H. S., and Lu,Y. C. 1982. Studies on radication of SPV-A and SPV-N viruses from infected sweet potato. J. Agri. Res. China 31 : 239-245.

27. Lin, N. S., Hsu, Y. H.,and Hsu, H. T. 1990. Immunological detection of plant viruses and a mycoplasma like organism by direct tissue blotting on nitrocellulose membranes. Phytopathology 80 : 824-828.

28. Loebenstein, G., and Harpaz, I. 1960. Virus diseases of sweet potatoes in Israel. Phytopathology 50 : 100-104.

29. Moyer, J. W. 1986. Variability among strains of sweet potato feathery mottle virus. (Abstract) Phytopathology 76 : 1126.

30. Moyer, J. W., and Cali, B. B. 1985. Properties of sweet potato feathery mottle virus RNA and capsid protein. J. Gen. Virol. 66 : 1186-1189.

31. Moyer, J. W., and Kennedy, G. G. 1978. Purification and properties of sweet potato feathery mottle virus. Phytopathology 68 : 998-1004.

32. Moyer, J. W., and Salazar, L. F. 1989. Viruses and viruslike diseases of sweet potato. Plant Dis. 73 : 451-455.

33. Nielsen, M. W. 1968. The leaf-hopper vectors of phytopathogenic viruses (Homoptera, Cicadellidae) taxonomy, biology, and virus transmission. USDA Tech. Bull. 1382, 386p.

34. Nome, S. F. 1973. Sweet potato vein mosaic in Argentina. Phytopathol. Z. 7 : 44-54.

35. Nome, S. F., Shalla, T. A., and Petersen, L. J. 1974. Comparison of virus particles and intracellular inclusions associated with vein mosaic, feathery mottle, and russet crack diseases of sweet potato. Phytopathol. Z. 79 : 196-178.
36. Osaki, T., and Inouye, T. 1991. Transmission characteristics and cytopathology of a whitefly-transmitted virus isolated from sweet potato leaf curl disease. Bull. Univ. Osaka Prefecture. Series B, Agric. and Biol. 43 : 11-19.
37. Schaefers, G. A., and Terry, E. R. 1976. Insect transmissions of sweet potato disease agents in Nigeria. Phytopathology 66 : 642-645.
38. Sheffield, F. M. L. 1957. Virus diseases of sweet potato in East Africa. I. Identification of the viruses and their insect vectors. Phytopathology 47 : 582-590.
39. Shen, W. C., and Lin, C. P. 1993. Production of monoclonal antibodies against a mycoplasma like organism associated with sweet potato witches' broom. Phytopathology 83 : 671-675.
40. Shinkai, A. 1964. Studies on insect transmission of sweet potato witches' broom disease in the Ryukyu Islands. Pages 1-44 in: Spec. Res. Rep. Agric. Sec. Econ. Dep. Ryukyu Islands.
41. So, I. Y. 1973. Studies on the mycoplasma witches' broom of sweet potato in Korea. I. symptoms and pathogen. Korean J. Microbial. 11 : 19-30.
42. Stobbs, L., W., Cerkauskas, R. F., Reynolds, L. B., and Mckeown, A W. 1991. Occurrence of an aphid-transmissible sweet potato feathery mottle virus in Ontario, Canada. Plant Dis. 75 : 430.
43. Summers, E. M. 1951. "Ishuku-byo" (dwarf of sweet potato) in the Ryukyu Islands. Plant Dis. Rep. 35 : 266-267.
44. Van Velsen, R. J. 1967. "Little leaf", a virus disease of *Ipomoea batatas* in Papua and New Guinea. Papua New Guinea Agric. J. 18 : 126-128.
45. Winter, S., Purac, A., Leggett, F., Frison, E. A., Rossel, H. W., and Hamilton, R. I. 1992. Partial characterization and molecular cloning of a closterovirus from sweet potato infected with the sweet potato virus disease complex from Nigeria. Phytopathology 82 : 869-875.
46. Wolters, P., Collins, W., and Moyer, J. W. 1990. Probably lack of seed transmission of sweet potato feathery mottle virus in sweet potato. Hort Science 25 : 448-449.
47. Yamashita, S., Doi, Y., and Shin, K. A. 1984. Short rod particles in sweet potato leaf curl virus infected plant tissue. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 50 :

438.

48. Yang, I. L. 1969. Studies on witches' broom of sweet potato in Taiwan. Taiwan J. Agric. Res. 18：50-60.

49. Yang, I. L. 1972. Transmission of the feathery mottle complex of sweet potato in Taiwan. Taiwan Agric. Quartly 8：123-134.

討　論

問：1.Mycoplasma引起的病害，叫做「似病毒病害」是很不合理的，您的看法呢？

2.甘藷病毒純化後可存活多久？

吳文川(中興大學)

答：1.早期有一些病害稱爲似病毒病害，因爲其病原有別於病毒，但病徵與病毒病害相似，目前已知這些病害是由Mycoplasma-like agents所造成，雖然與動物 Mycoplasma 相似，甚至DNA也有類緣，但是由於仍未能人工培養，因此稱爲Mycoplasms-like agents名稱改爲"似菌質體病害"應較合理。

2.純化病毒之存活期因病毒種類，貯存溫度及緩衝液可能不同，一般病毒純化樣品在-70℃可保存數月至數年，但感染率會下降。以 TMV 而言，保存在-20℃，20年以上之純化樣品仍具感染力，CMV保存在-20℃，6年以上也仍具感染力，但其他如potyviruses可能就較不穩定。

Sweet Potato Virus and Virus-like Diseases

Yau-Huei Hsu and Chin-Wei Lee
Agricultural Biotechnology Laboratories, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

Many viruses and Virus-like agents infecting sweet potato have been described in the literature. Among them, sweet potato feathery mottle virus (SPFMV), sweet potato latent virus (SPLV), sweet potato yellow dwarf virus (SPYDV), sweet potato leaf curl viurs (SPLCV), and sweet potato witches' broom (SPWB)-mycoplasma like organism (MLO) have been identified in Taiwan. Besides, sweet potato vein mosaic virus (SPVMV), sweet potato mild mottle virus (SPMMV), sweet potato caulimolike virus (SPCLV), and sweet potato closterovirus (SPCV) have been reported only in other countries. The knowledge available about the etiology of sweet potato virus and virus-like diseases facilitates the development of reliable and sensitive detection procedure. A standard guideline based on the current information should be established for virus indexing among sweet potato germplasm.

(Key words : Sweet potato virus, sweet potato witches' broom disease, virus indexing.)

根莖作物生產改進及加工利用研討會專刊：209～227（1994）

臺灣根莖薯類作物線蟲病害之發生

蔡東纂 林奕耀
國立中興大學植物病理系

程永雄
嘉義農業試驗分所

陳昭豐
臺灣省農林廳植保科

摘　　要

本省根莖菜類及薯類作物主要病原線蟲爲南方根瘤線蟲(*Meloidogyne incognita*)、爪哇根瘤線蟲(*M. javanica*)、根腐線蟲(*Pratylenchus coffeae*)、腎形線蟲(*Rotylenchulus reniformis*)、穿根線蟲(*Hirschmanniella* spp.) 及葉芽線蟲(*Aphelenchoides besseyi*)，而以前二者最重要。蘿蔔、胡蘿蔔、牛蒡、綠竹、麻竹、蘆筍及山葵只有根部感染根瘤線蟲，塊根、塊莖或筍部位並未被其寄生。豆薯、黑皮波羅門參、甘藷、山藥、樹薯、馬鈴薯、芋及薑等作物則連塊根、塊莖及薯塊上都受侵害。除竹類外，遭線蟲爲害植株地上部出現黃化、矮化、缺水及缺微量元素病徵，地下部則有結瘤、根腐及儲藏器官表皮突起、凹洞及腐爛等徵狀。與水稻輪作方式有助於降低砂質壤土及黏質壤土馬鈴薯田中根瘤線蟲族群密度；反之，於山坡旱田輪作薑或山藥，根瘤線蟲於作物植後8個月每百公克土壤高達1200隻以上。防治試驗顯示以80％滅線蟲、幾丁質有機添加物、塑膠布覆蓋、尿素及氰氮化鈣處理皆能有效防治薑田根瘤線蟲病害。

(關鍵字：根莖薯類作物、線蟲病害、防治)

緒　　言

本省根莖作物種類繁多，栽培地區偏佈全省各縣市之平地、丘陵、山坡及高山。其類別涵蓋薯類、特用作物、蔬菜、藥材，甚且及於花卉，爲本省大宗農產品。薯類作物如甘藷、馬鈴薯、樹薯及山藥等，種植面積超過一萬五千公頃；根菜類如蘿蔔、胡蘿蔔、豆薯及牛蒡等亦在一萬公頃之譜；莖菜類如竹筍、茭白、蘆筍、百合、山葵、芋、蒟蒻、薑、蓮藕及荸薺等亦逾四萬公頃[11]。由於根莖作物生長期多爲半年至一年，在熱帶及亞熱帶地區遭受病蟲害之威脅頗大，植物地上部及地下部爲害性線蟲也不例外。一項由全世界75個國家371位線蟲學者所提供的資料統計結果，以其經濟重要性排行依序爲根瘤線蟲(*Meloidgyne* spp.)、根腐線蟲(*Pratylenchus* spp.)、包囊線蟲(*Heterodera* spp.)、莖線蟲(*Ditylenchus* spp.)、

黃金線蟲(*Globodera* spp.)、鮀形線蟲(*Tylenchulus* spp.)、匕首線蟲(*Xiphinema* spp.)、穿孔線蟲(*Radopholus* spp.)、腎形線蟲(*Rotylenchulus* spp.)及螺旋線蟲(*Helicotylenchus* spp.)[34]。其中以根瘤線蟲在本省分佈最廣，舉凡苗木[1]、花卉[9]、果樹、蔬菜及雜草[10]等諸多作物皆爲其寄主。在根莖作物上，黃氏等[7]在甘藷、蘆筍、芋、胡蘿蔔、蘿蔔、馬鈴薯、薑、茭白筍、竹、樹藷及綠竹上發現其寄生事實，然未做種之鑑定。而包囊線蟲、黃金線蟲、穿孔線蟲及莖線蟲在國外被列爲根莖作物主要病原線蟲[32]，吾國植物檢疫單位也將之訂爲重要危禁線蟲[12]；然迄今未在本省該類作物中發現。根據全世界的統計資料指出植物寄生性線蟲導致馬鈴薯、甘藷及山藥的產量損失百分比分別爲12.2、10.2 及17.7[34]，品質則更大受影響。筆者近年來在田間調查發現根莖作物線蟲病害之發生與耕作制度有密切的關係，因此本研究旨在調查全省根莖作物線蟲病害之發生情形，探討區域性作物輪作對線蟲密度之影響，俾作防治上之參考。

材料與方法

植物體及其周圍質材採樣

本研究之採樣，係於全省各根莖薯類栽植區或專業區中類將疑似罹線蟲病之根莖作物全株連同根圈土壤或其他栽培質材以鏟子掘起，置於大型塑膠袋中攜回研究室處理。

線蟲之分離及檢視

1.土壤及介質中線蟲分離

依改良式柏門氏漏斗分離法(modified Baermann's funnel method)[7]，以介質100立方公分量爲單位，於60孔目網篩上，靜置清水中24小時後，將收集於指形管之線蟲倒入鏡檢皿中待檢。

2.根系中線蟲分離及檢定

將罹根瘤線蟲根系、塊根、塊莖等植物體，以解剖刀於解剖顯微鏡下切開根瘤或植物體凸起部位，檢視其中根瘤線蟲雌蟲、雄蟲、卵塊及發育中各齡期線蟲；並挑取成熟雌蟲，切取體後端1/3部份，依序以清水、45%乳酸及25%甘油清洗內含物後，平置於滴有乳酚溶液(Plain lactophenol solution) 載玻片上，覆以蓋玻片，於光學顯微鏡下觀察陰門模紋的型態[19]；挑取孵化之二齡幼蟲，依據Hirschmann H. [20]之分類資料鑑定其種類。若爲內寄生性線蟲，如根腐線蟲等所感染，則將根系或植物體組織切成長寬爲1公分，厚0.3公分左右之片段，置於內注清水之培養皿中24小時，俟線蟲游離出組織後，挑取100隻於光學顯微鏡下檢視，依Zafar Ahmad Handoo and A. Morgan Golden[38]之資料鑑定根腐線蟲；依C.I. H[14,15]及Mortimer[28]等人資料鑑定穿根線蟲種類。半內寄生性線蟲，如腎形線蟲所寄生根系，則直接於解剖顯微鏡下切取罹病根段後於光學顯微鏡下檢定[16,17]。外寄生性線蟲則以上述方法分離後，於光學顯微鏡下，依Mai氏[27]之分類統作屬種之檢定，如地上部寄生葉芽線蟲可視其寄生方式及部位，切取患部置於清水中分離，依Maggenti[26]之資料分類。

根系及植物體寄主線蟲之染色

將植物體罹線蟲部位切成0.1公分厚，長寬1公分左右之薄片，根系則以緩和水流洗去黏附之土壤顆粒後切成2公分根段；置於加有0.5%棉藍乳酚溶液(Cotton blue lactophenol solution) 之研缽中，放入微波爐加熱1分鐘後，挾出材料，浸於已注入清水之培養皿中，則可於解剖顯微鏡下觀察。

田間植物寄生性線蟲顯著值(Prominence value)之計算

將分離及檢定所得資料以下列公式求出其顯著值[29]，最高者則視爲該調查對象主要病原線蟲。

a.出現之頻率(frequency)

絕對頻率(absolute frequency)

$$= \frac{\text{含某種類線蟲樣品數}}{\text{採集之樣品數}} \text{X}100$$

b.出現之密度(density)

絕對密度(absolute density)爲某種類線蟲在一樣品中之平均數目

c.顯著值(Prominence Value)

＝絕對密度X絕對頻率

罹根瘤線蟲馬鈴薯種薯種植於不同土壤質地水稻輪作田中之族群消長

1992年在台中縣后里及豐原兩地分別選擇砂質壤土(sandy loam)及黏質壤土(Clay loam)田地兩處，每處5公畝。每處畫分2小區，一區於馬鈴薯植後種植台農67號水稻兩期，另一區則同樣於馬鈴藷植後種植台農57號甘藷。馬鈴薯種薯爲已罹患根瘤線蟲病之卡地娜品種(平均每平方公分有0.7個疣瘤)，於當年12月份種植，1993年3月底收成。試驗期間每月每區採樣20點，測量根瘤線蟲族群密度取其平均值，以明瞭不同土質及水稻輪作對根瘤線蟲族群消長之影響。

薑與山藥輪作田根瘤線蟲之族群消長

南投縣名間鄉之地質爲洪積母質黃壤，該地區之耕作制度大都爲薑與山藥輪作，或間作通天草(*Uraria crinita* (L.) Desv. ex Dc.)及鳳梨等作物，有典型根瘤線蟲引起之連作障害案例。本試驗乃擇擇其間2公畝田地，分爲兩區，各區於1992年2月同時種植南投種山藥(*Dioscorea* spp.)及廣東大薑(*Zingiber Officinale* Roscoe)，自1991年12月至1993年 4 月，1每月定期至各試驗區，逢機選取20株植株，採集根圈土，調查其每百公克土壤中根瘤線蟲二齡線蟲蟲口數，瞭解這兩種作物田間根瘤線蟲族群消長。

田間不同處理對薑根瘤線蟲之防治效果

試驗地點：南投縣名間鄉根瘤線蟲爲害嚴重之薑田。

供試薑品種：廣東大薑

供試藥劑及添加物：

(1)80％滅線蟲乳劑(80％ Nemamort EC.)：Dichloro-diisopropylether SDS Bi otech

K.K，每分地10公斤用藥量，以適當水量稀釋，於植前7天均勻灑施。

(2)幾丁質添加物：配方爲蝦蟹殼粉(50%)、篦麻粕(25%)、黃豆粉(5%)、海草粉(15%)及黑糖(5%)之混合物，每分地使用200公斤，於種植前2星期與土壤均勻混拌。

(3)塑膠布覆蓋：0.02公分厚透明塑膠布覆於土面，四周以土封壓。

(4)尿素：每分地施用40公斤，於用土濕潤時均勻混拌，2星期後再將40公斤苦土石灰及500公斤纖維質有機肥拌入土中，築畦後再種植。

(5)氰氮化鈣：含N18%，CaO 50%以上，Cyanamid Co．每分地施用40公斤，和土壤混拌均勻，10天後才種植。

本試驗採逢機完全區集設計，6處理，4重覆，每處理區爲20平方公尺，對照組按一般薑栽培三要素施肥量施用[6]。

防治效果之評估：防治結果之評定係以處理前及植後30、60及120天根圈土壤中根瘤線蟲二齡幼蟲數量及第120天時根瘤指數爲依據。

結　果

本省根菜類作物主要植物寄生性病原線蟲

調查本省根菜類蘿蔔、胡蘿蔔、豆薯、牛蒡及黑皮波羅門參等 5 種作物之植物寄生性線蟲病害相結果顯示，南方根瘤線蟲(*M. incognita*)及爪哇根瘤線蟲(*M. javanica*)爲主要線蟲；其中南投大坪頂之蘿蔔普遍感染釘線蟲(*Paratylenchus* spp.)及螺旋線蟲(*Helicotylenchus* spp.)(表一)。罹線蟲病根莖作物地上部大都出現黃化、矮化、缺乏微量元素等營養吸收不良症狀。蘿蔔、胡蘿蔔及牛蒡感染根瘤線蟲僅於營養根上形成根瘤，主根上並未遭該線蟲寄；牛蒡根瘤以在土表下方30公分內根系上形成最多(圖片十二)，該區段內線蟲密度亦較其他深度爲高。黑皮波羅門參遭該線蟲爲害後，全根系結瘤，主根表皮凹凸不平，有黑變及腐敗情形。豆薯受根瘤線蟲爲害之塊根上有大小一之突起，且上表皮易脫落。

本省薯類作物主要植物寄生性病原線蟲

本省薯類作物除甘藷在夏季多雨季節腎形線蟲(*Rotylenchulus reniformis*)在台南縣境內甘藷田線蟲相中顯著值較高；南投縣連作甘藷田中南方根腐線蟲(*Pratylenchus coffeae*)之顯著值亦較其他線蟲高。除此薯類作物最普遍的線蟲病害仍爲根瘤線蟲(表二)。根瘤線蟲可寄生於甘藷的藤蔓、根及薯塊；在藤蔓靠土壤的一面會形成許多粟米大的疣瘤，根系上則出現唸珠狀腫瘤；薯塊上有不規則形狀的凸起，繼之腐敗。山藥根瘤線蟲病害除了處女地外概有不同發的病程度，其地上部黃化及微量元素缺乏病徵較甘藷明顯，罹病株根系甚短，大多在20公分內，根瘤結於根部末端(圖片五)，或可說根長出後，爲線蟲侵入根尖後即不再伸長。山藥罹病薯塊，表皮顏色較健康者深，上有大量瘤狀凸起(圖片六)。樹薯根瘤線蟲病害僅造成薯塊上少數瘤狀物，並不嚴重。馬鈴薯栽培上任何一個階段皆可以被根瘤線蟲感染，種薯培育期間罹患根瘤線蟲，地上部有典型的黃化、矮化及缺水病徵(圖片一)，根系瘤腫且

停滯生長(圖片二)，結薯量低，且薯塊上密佈瘤狀物(圖片三)。田間馬鈴薯栽培區除非和水稻輪作，否則亦常遭根瘤線蟲感染。一般而言，薯塊上的根瘤線蟲多在表皮下兩公分內，每個瘤有一至多隻雌成蟲寄生其中(圖片四、七)，雌蟲產完卵死亡後，往往於表皮上留下一個沒有癒合的傷口，常導致薯塊在保存期間脫水或腐敗。

本省莖菜類主要植物寄生性病原線蟲

栽植在砂質地爲多的綠竹、麻竹及蘆筍感染之植物寄生性線蟲以根瘤線蟲爲多，雲林一帶綠竹園螺旋線蟲(*Rotylenchus* spp.)之顯著值在四個採樣區中最高。茭白則常爲穿根線蟲(*Hirschmanniella* spp.)及葉芽線蟲(*Aphelenchoides besseyi*)所寄生。台南縣及嘉義市附近蓮藕田中穿根線蟲普遍存在(表三)。莖菜類作物線蟲病害除芋及薑可直接損害塊莖之產量及品質以外，綠竹、麻竹、茭白、蘆筍、蓮藕及山葵只因寄生根部(圖片十一)，造成根系發展不佳，導致營養吸收不良，而生育受阻。芋根瘤線蟲可於膨大的根末端及芋塊莖的芽腋處尋得。罹根瘤線蟲薑之地上部有瘤凸、龜裂及凹洞病徵(圖片八)。和健康薑塊相較，在產量上皆大有區別(圖片九)。切開罹病薑塊，其內部組織內橙紅色斑點中，即有一至多隻根瘤線蟲雌成蟲寄生其上。(圖片十)

罹根瘤線蟲馬鈴薯種薯種植於不同質地土壤水稻輪作田中之族群消長

罹根瘤線蟲馬鈴薯種薯栽種於砂質壤土於1993年 3 月底收成時，土壤中線蟲族群密度高達每百公克508隻左右。整地後，隨之種植台農57號甘藷區域，土壤中線蟲則逐漸昇高至 9 月採收期之每百公克土壤七百隻高峰；在12月底再次種植馬鈴薯時，土壤中線蟲密度仍在280 隻左右。輪作台農67號水稻田區域之土壤中線蟲族群密度則歷續第一及第二期水稻種植，至1992年12已檢查不出根瘤線蟲二齡幼蟲。同樣處理，在黏質土壤中之土壤中根瘤線蟲族群消長曲線頗爲類似，但顯然線蟲密度低於砂質壤土區(圖一) 。

薑與山藥輪作田根瘤線蟲之族群消長

薑於植後一個月,土壤中根瘤線蟲目平均值爲6隻，隨後即快速提高至10月高峰期，每百公克土壤中1305隻線蟲；12月採收後，隔年2月之線蟲密度又降爲8隻。山藥於2月植後，根系迅即生長，線蟲密度上昇較薑爲快，10高峰期每百公克土壤中根瘤線蟲二齡幼蟲數目達1350隻上下；12月採收後線蟲密度在2個月內亦降至6隻(圖二) 。

田間不同處理對薑根瘤線蟲之防治效果

各處理間對薑根瘤線蟲之防治結果顯示，根瘤指數及第120天土壤中根瘤線蟲二齡線蟲數目和對照組相較皆達5%顯著水準，其中以80%滅線蟲乳劑之施用效果最佳，其次爲塑膠布覆蓋者；幾丁質添加物處理之根瘤線蟲防治效果則遜於尿素及氰氮化鈣處理者(表四) 。

表一、臺灣根菜類作物主要植物寄生性病原線蟲
Table 1. Major plant nematode found parasitizing root vegetables in Taiwan

Host plant	Common name	Nematode
Raphanus sativas L. 蘿蔔	Chinese radish	*Meloidogyne incognita* *Paratylenchus* spp. *Helicotylenchus* spp.
Daucus carota L. 胡蘿蔔	Carrot	*Meloidogyne incognita* *M. javanica*
Pachyrrhizus erosus (L.) Urban 豆薯	Yam bean	*Meloidogyne incognita*
Arctium lappa L. 牛蒡	Edibe burdock	*Meloidogyne incognita* *M. javanica*
Scorzonera hispanica L. 黑皮波羅門參	Black salsify	*Meloidogyne incognita*

表二、臺灣薯類作物主要植物寄生性病原線蟲
Table 2. Major plant nematode found parasitizing root crops in Taiwan

Host plant	Common name	Nematode
Ipomoea batatas (L.) Lam 甘藷	Sweet potato	*Meloidogyne incognita* *M. javanica* *Rotylenchulus reniformis* *Pratylenchus coffeae*
Dioscorea spp. 山藥	Yam	*Meloidogyne incognita* *M. javanica*
Manihot utilissima Pohl. 樹薯	Cassava	*Meloidogyne incognita*
Solanum tuberosum L. 馬鈴薯	Potato	*Meloidogyne incognita* *M. javanica*

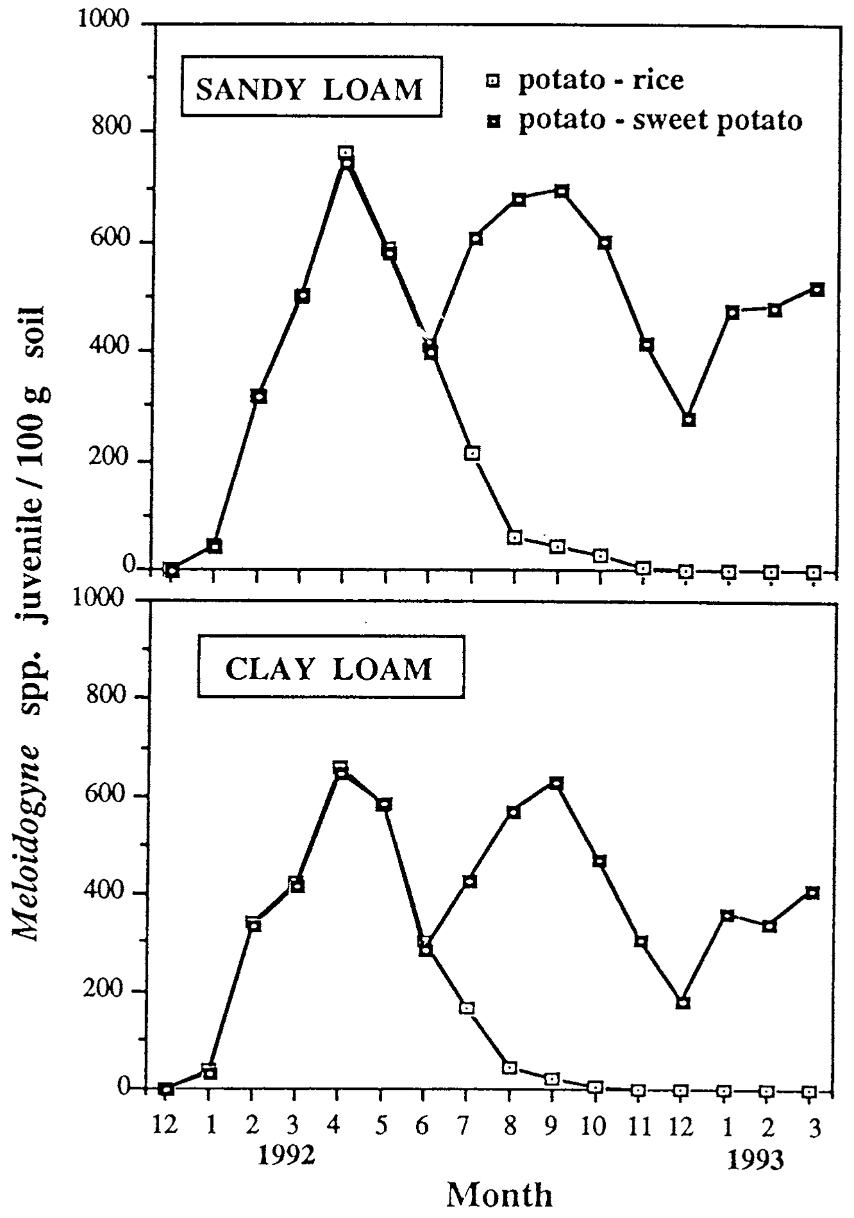
表三、臺灣莖菜類作物主要植物寄生性病原線蟲
Table 3. Major plant nematode found parasitizing stem vegetables in Taiwan

Host plant	Common name	Nematode
Leleba oldhami (Munro) Nakai 綠竹	Bamboo	*Meloidogyne* spp. *Rotylenchus* spp.
Sinocalamus latiflorus McCluse 麻竹	Bamboo	*Meloidogyne* spp.
Zinania latifolia Turcz.茭白	Co-ba	*Aphelenchoides besseyi* *Hirschmanniella* spp.
Asparagus officinalis L. 蘆筍	Asparagus	*Meloidogyne incognita*
Nelumbo nucifera Gaertn.蓮藕	Indian lotus	*Hirschmanniella* spp.
Colocasia esculenta (L.)Schott 芋	Taro	*Meloidogyne incognita*
Wasabia japonica (Miquel)Matsumura 山葵	Wasabi	*Meloidogyne incognita* *M. javanica*
Zingiber officinale Roscoe 薑	Ginger	*Meloidogyne incognita* *M. javanica*

表四、田間不同處理對薑根瘤線蟲之防治效果
Table 4. Effect of various siol treatments on the control of ginger root-knot nematode disease in the field

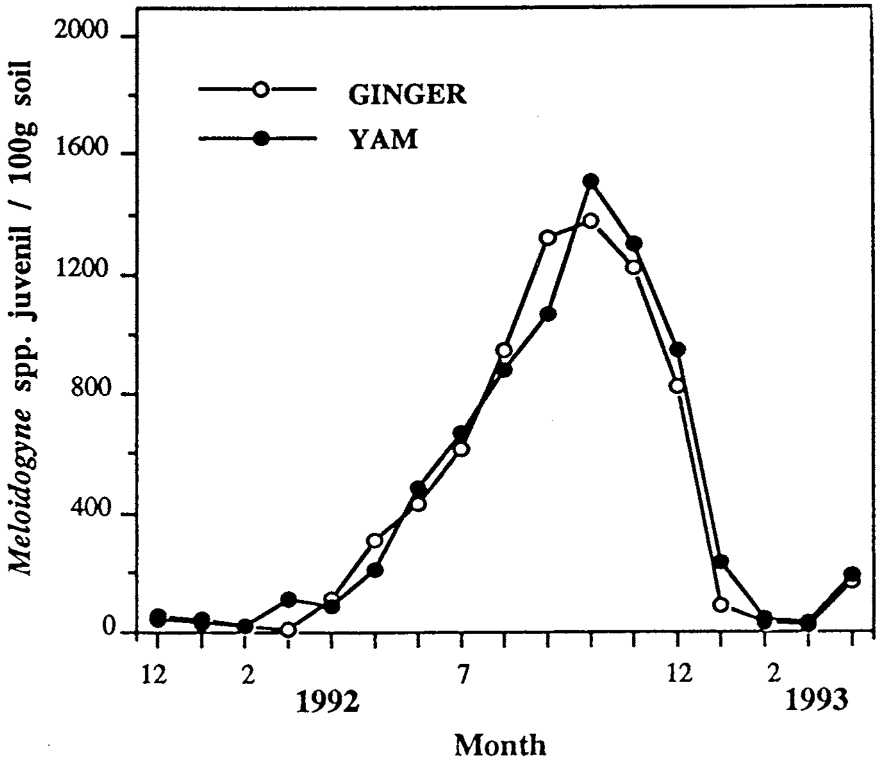
Tteatment	No. of *Meloidogyne juvenil* per 100g soil				Root-knot[1)] index
	Pre-treatment	Days after treatment			
		30	60	120	
80%Nemamort EC.	43.5[a]	1.8[c]	8.3[c]	40.0[c]	1.0[c2)]
Chitinous amendment	39.6[a]	12.5[a]	45.8[b]	103.0[b]	2.4[b]
Plastic mulch	40.5[a]	8.6[b]	18.0[bc]	60.5[bc]	1.7[bc]
Urea	38.5[a]	7.5[b]	20.5[bc]	84.2[b]	2.0[b]
Ca(CN)	42.0[a]	5.8[bc]	20.2[bc]	80.5[b]	2.0[b]
Check	43.5[a]	15.6[a]	110.5[a]	528.7[a]	4.0[a]

1)Root-knot index:subjective rating 0-4:0=no galls, 4=heavy galling.
2)Average of 4 replicates, numbers followed by the same letter are not significantly different according to Duncan's multiple range test(p=0.05).



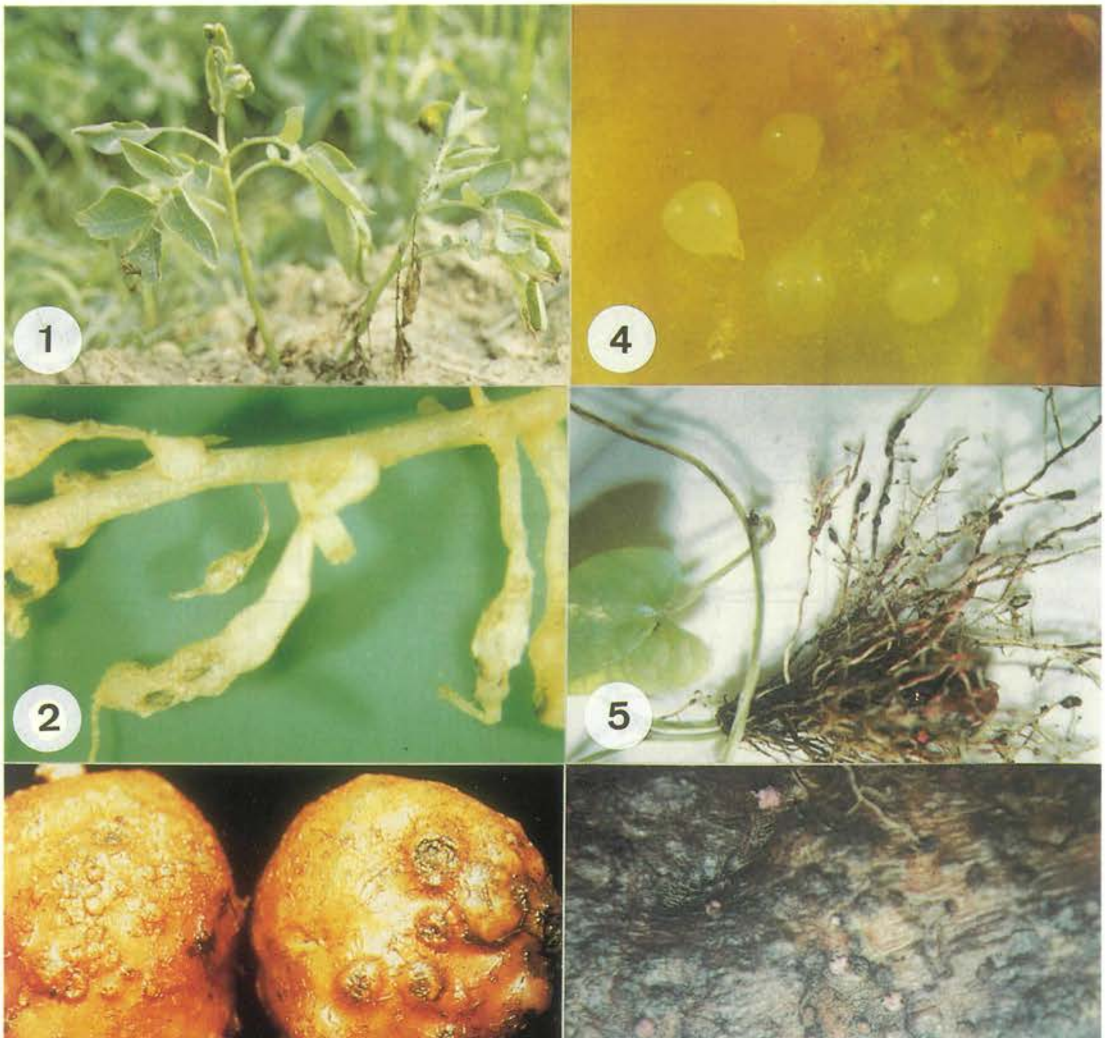
圖一、罹根瘤線蟲馬鈴薯種植於不同土壤後與水稻或甘藷輪作之根瘤線蟲族群消長。

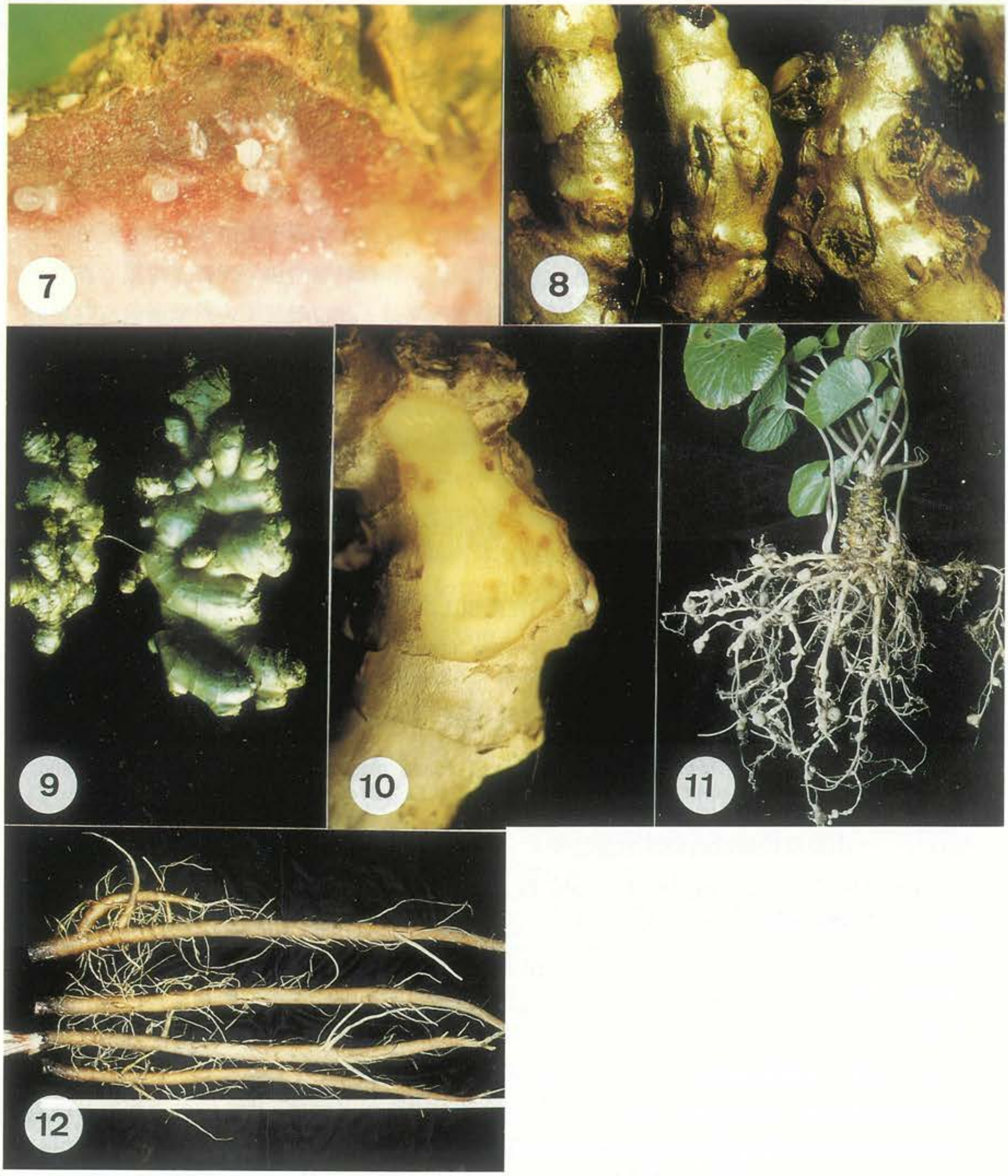
Fig. 1. Root-knot nematode populations in rice or sweet potato rotation fields planted with *Meloidogyne* spp. contaminated potato tubers at different type of soil.



圖二、薑與山藥輪作田根瘤線蟲之族群消長

Fig 2. Root-knot nematode population in ginger to yam rotated field.


1
4
2
5
3
6


7
8
9
10
11
12

圖片一、馬鈴薯根瘤線蟲病害地上部病徵。

Picture 1.Symptoms of above ground parts of potato infected with rootknot nematodes.

圖片二、馬鈴薯根系感染根瘤線蟲。

Picture 2.Galling of potato roots caused by root-knot nematodes.

圖片三、罹根瘤線蟲病馬鈴薯塊。

Picture 3.Tubers of potato contaminated by root-knot nematodes.

圖片四、馬鈴薯塊內之根瘤線蟲雌蟲。

Picture 4.Females of *Meloidogyne* spp. in the tuber of potato.

圖片五、山藥罹患根瘤線蟲之根系。

Picture 5.*Meloidogyne* spp. infected roots of yam.

圖片六、山藥罹根瘤線蟲薯塊。

Picture 6.*Meloidogyne* spp. infected taberous roots of yam.

圖片七、感染根瘤線蟲山藥薯塊表皮疣突下之根瘤線蟲雌蟲。

Picture 7.Females of *Meloidogyne* spp in the tumor on the outer surface of yam.

圖片八、罹根瘤線蟲薑塊上之瘤突及凹洞。

Picture 8.Root-knot nematodes infected ginger showing swellings and cavities on the surface.

圖片九、罹根瘤線蟲薑塊(左)健康薑塊(右)在產量上之差異。

Picture 9. *Meloidogyne* spp. infected ginger (leaf) and heath one(right) indicated the difference on the quantity.

圖片十、罹根瘤線蟲薑塊表皮下紅點皆爲雌蟲之寄生所在。

Picture 10.Females of *Meloidogyne* spp. would found parasiting in the red spots and surface of the infected ginger.

圖片十一、山葵罹根瘤線蟲根系結瘤甚多。

Picture 11.Galls on the roots of wasabi caused by the infection of Me *loidogune* spp.

圖片十二、根瘤線蟲多感染牛蒡土面下三十公分內側根。

Picture 12. 30cm parts of edibe burdock branch roots just under ground are contaminated by *Meloidogyne* spp. occasionlly.

討　論

本研究結果顯示本省根菜、莖菜及薯類作物最主要的植物病原線蟲爲根瘤線蟲，尤其是南方根瘤線蟲及爪哇根瘤線蟲。根據全世界75個國家1000個根瘤線蟲族群採樣調查統計，其中53%%爲南方根瘤線蟲、30%爲爪哇根瘤線蟲、8%爲花生根瘤線蟲(*M. arenaria*)、8%爲北方根瘤線蟲(*M. hapla*)、2%爲*M. exiqua*及其他種類[24]。30年前洪氏[25]等報導爲害本

省主要作物之根瘤線蟲僅有南方及爪哇根瘤線蟲兩種，然其所列51種寄主作物中並無本研究所調查對象。此後，程氏等[8]正式鑑定雲林縣落花生罹患花生根瘤線蟲，並以接種方式證明23種作物爲其寄主，根莖薯類作物中之胡蘿蔔、蘿蔔及甘藷亦涵蓋其內。而自王氏等[2]於苗栗縣大湖草莓栽培區發現北方根瘤線蟲線後，Ruelo氏[32]接種測定17科、51屬、83種、40栽培品種及14個育種系統之蔬菜、草及觀賞植物中有54種、39個栽培品種或育種系統對北方根瘤線蟲有感受性，15種爲抗性，而29種爲免疫性，而樹薯也列爲感受性寄主之一。上述花生及北方根瘤線蟲之寄主範圍報告，僅及於接種對象或侷限於地區性植物，在本研究全省性調查中，未發現寄生於根莖薯類作物上。

台南、高雄及花蓮等縣市平地旱作田栽培之牛蒡，雖爲近年來新興作物，根瘤線蟲病害卻有逐年嚴重之趨勢。但根瘤線蟲感染部位皆在表土下三十公分以內；土壤中線蟲族群分佈也以該區段範圍爲多。至於台北、桃園、雲林、台南、嘉義及台東等縣市平地栽培之綠竹及麻竹等作物，雖普遍遭根瘤線蟲及腎形線蟲感染，但尙未出現生育受阻情形，可能和其營養根系多有關，應屬耐性等級。蘆筍根瘤線蟲病近年來有逐漸嚴重的趨勢。長期栽培蘆筍的彰化、雲林、嘉義及台南等縣市產地陸續出現蘆筍植株矮化、黃化及抽筍量不高及筍細小等情形。蘆筍根瘤線蟲早在1952年被鑑定爲 *M. incognita acrita* [18]，而本省所分離者並不感染 *Lycopersicon peruvianum* 此番茄品種(得自美國北卡羅萊納州立大學IMP)，並依Sasser等氏分類依據[33]，判定爲 *M. incognita* 。本省蘆筍栽植於典型砂質地，根瘤線蟲病害問題應及早防範。

根莖薯類作物除茭白有葉芽線蟲寄生於地上部，葉尖出現白化病徵外，其餘作物之線蟲病害皆爲地下部寄生。以根瘤線蟲病害而言，蘿蔔、牛蒡、綠竹、麻竹、蘆筍及山葵等作物只感染根部，但不危及塊根、塊莖或筍部位。植株地上部出現黃化、矮小、微量元素缺乏及氣溫高時葉片有缺水萎凋情形等病徵；根系則結瘤，嚴重者腐敗。豆薯、黑皮波羅門參、甘藷、山藥、樹薯、馬鈴薯、芋及薑等則於塊根、塊莖或薯塊上出現大小不一的突起及凹洞，每個突起表皮下有一至多隻雌成蟲及大量卵塊。凹洞則爲雌成蟲產卵後死亡所留下之表皮疤痕，逢潮濕季節常導致腐敗，商品價值低落，影響此類作物產值甚鉅。

爾來，國民生活水準提昇、攝取食物多樣化、農產品貯存及加工技術突飛猛進、以及調節葉菜瓜果因天災所造成的供銷失調，促進根莖作物的產業日趨專業性及企業化。精緻農業政策導向充實了農業技術的內涵；稻田轉作方針益使作物種類多元化，其中不分國外引進及國內育種成功的新品種；設施園藝的興起更將農產品質的提昇推進不少。但就大部份以繁殖體爲種原的根莖作物而言，不帶植物病原體的種苗，方能降低日後病蟲害造成的損失，減少農藥使用量及殘留之虞。以植物寄生性線蟲而論，除了棲息於農地土壤中，尙存活於植物體之根、莖、枝條、心苞、根莖、塊莖、塊根、葉及種子內，其傳播途徑亦藉由上述植體部位和田間水流得以蔓延。因此，在發展一鄉鎮特產的前題下所形成的根莖作物專業區，在種苗流通及灌溉水傳送下，成爲線蟲病害發生之良好環境。再者，根莖作物多栽植於砂質土或砂質壤土，以利挖取採收，而此類鬆軟排水良好之土壤質地，又甚適合線蟲傳播及繁衍[30,31]

。甚且，作物寄生性線蟲寄主廣泛[34]，往往在幾種作物間作和輪作下，族群密度仍具有爲害作物之潛勢。長此以往,漸漸形成典型的寄生線蟲性作物連作障害。西尾氏[13]調查日本521個連作障害案例，統計出其中15.9%由線蟲引起；其病原線蟲爲 *M. hapla*， *M. incognita*， *M. javanica*， *Pratylenchus penetrans*， *P. coffeae*，胞囊線蟲（*Heterodera glycines*)及由國外傳入之馬鈴薯黃金線蟲(*Globodera rostochiensis*)。日本耕作型態及作物相本省相近，索幸胞囊線蟲及黃金線蟲未在本省農地出現；而南方根腐線蟲(*P. coffeae*)在本研究中僅發現在台南縣兩處甘藷田中構成爲害，北方根腐線蟲(*P. penetrans*)除草莓及果樹外，尙未有寄生於根莖薯類作物之個案。而根瘤線蟲已普遍感染本省大多數切花、盆花及觀賞植物，尤以設施園藝作物、宿根性及灌木型花類已有多起連作障害情事[9]。專業區蔬菜及設施園藝瓜果類作物亦常因嚴重感染根瘤線蟲造形栽作上之困難[10]。香蕉[4]及葡萄[3]及番石榴等果樹亦普遍感染根瘤線蟲，有導致生育不良和品質產量不佳之事實。因此，可預見的是，在本省作物寄生性線蟲病害中，根瘤線蟲將是最主要的。

平地或低海拔地區根莖薯類作物如芋、甘藷、馬鈴薯、茭白及蓮藕等若與水稻輪作，常可避免第二年作之根瘤線蟲爲害。本研究結果顯示攜帶根瘤線蟲之馬鈴薯不論種植於砂質壤土及黏質壤土質地田中，如於採收後和水稻輪作，根瘤線蟲族群密度即迅速下降。反之，若和甘藷輪作者，其族群密度尙維持在每百公克土壤 150隻以上之高水平。所以，就線蟲感受度高之作物而言，和水稻輪作是防治線蟲病害之良方。以淹水方式達到防治根瘤線蟲目的之理論和實際，行之久矣[37]；Walter氏等[36]曾證實種植水稻且灌水三個月後有效降低根瘤線蟲密度，並防止下期作蔬菜受害。值得一提的是全世界58％水稻栽培區遭水稻穿根線蟲(*Hirschmanniella* spp.)感染，損失率達25％[21]；該線蟲寄主範圍多在禾本科作物及雜草上。於本研究調查中，除和水稻輪作的茭白及蓮藕兩種莖菜類上發現其寄生於根部內外，在南投縣之甘蔗、台中縣之玉米及大部份水稻栽植區有極高顯著值。因此，爲預防特定線蟲病害之嚴重發生，所實施的耕作系統(cropping system)或輪作對象的選擇，應先了解栽培地之線蟲相及作物與線蟲間之感受性[23]。

本省山坡、丘陵及中高海拔根莖薯類作物栽培區，有單一作物種植型態者如樹薯、山葵及馬鈴薯等；有數種作物輪作者如薑及山藥等。然因植物寄生性線蟲寄主範圍甚廣，如在本省農地普遍存在的根瘤線蟲，其寄主植物有二千種以上[33]，長期栽培下來極容易導致連作障害。前者如嘉義縣與台中山區的山葵、馬鈴薯及南投縣的樹薯；後者如苗栗、南投、嘉義、台南、台東及花蓮等縣市丘陵的薑及山藥。以南投縣爲例，薑及山藥除相互輪作外，有時亦和鳳梨、通天草等輪作；多年來，頗受根瘤線蟲爲害之苦。由圖二田間線蟲族群消長可知在薑與山藥輪作田中，植前線蟲密度甚低，但種植兩者中任何一種 8 個月後族群密度皆超過每百公克土壤一千二百隻。足見根瘤線蟲在丘陵地環境中對感受性作物具有高度感染潛勢。

在防治線蟲病害上，一般分爲殺線蟲劑管理及非化學藥劑管理兩種方法。在本研究中試驗藥劑爲觸殺性之80％滅線蟲乳劑及有燻殺作用的氰氮化鈣，而非農藥處理則以幾丁質有機

添加物、尿素及用透明聚乙烯布覆蓋土面之太陽能加熱法(solar heating)等三種方式作爲田植前處理。本省殺線蟲劑種類甚多，其中多爲有殘毒之虞的系統性藥劑，在根莖薯類作物施用上更應審慎選擇。幾丁質添加物施用於土壤中有增加幾丁質溶解放射菌類(chitinolytic actinomycetes)之效果，具破壞線蟲卵殼中的幾丁質層(chitinous layer)之作用，從而抑制二齡幼蟲之孵化，線蟲族群密度因而降低[35]。幾乎所有植物寄生性線蟲在44℃至48℃之間會死亡，而以塑膠布覆蓋之土壤加熱法，白天土溫可達60℃左右，有助降低線蟲密度[25]。尿素及氰氮化鈣處理對根瘤線蟲防治效果，乃其釋放之氣體對線蟲有燻殺作用所致。

世界上許多根莖薯類栽培上重要線蟲病害之病原線蟲[22]，本省尚未發現者有馬鈴薯黃金線蟲(*Globodera pallida*、*G. rostochiensis*)、僞根瘤線蟲(*Nacobbus aberrans*)、馬鈴薯腐敗線蟲(*Ditylenchus destructor*)、山藥螺旋線蟲(*Scutellonema bradys*)、芋腐敗線蟲(*Hirschmanniella miticausa*)及穿孔線蟲(*Radopholus* spp.)，在吾國加入關貿總協(GATT)後農產品進入本省時有待嚴格檢疫，避免更重大的農業損失及衝擊。

引用文獻

1. 王國强。1972。根瘤線蟲爲害苗木之調查。台大實驗林研究報告第102號24頁。
2. 王國强、楊瓊儒、蔡安娜。1977。臺灣 *Meloidogyne hapla* 根瘤線蟲之初次發現。植保會刊19(4):311。
3. 林奕耀、蔡東纂。1984。臺灣地區葡萄園中植物寄生性線蟲相之調查。中國園藝 30(3):173-179。
4. 林奕耀、蔡東纂。1985。臺灣中部地區香蕉根瘤線蟲病之研究。 中國園藝31(1):44-49。
5. 洪元平、陳秀雄。1964。 臺灣二種主要根瘤線蟲生活史及其寄主種類研究。植保會刊6(4):55-57(摘要)。
6. 胡南輝。 1978。 莖菜栽培(薑) p.196-204。 豐年社。
7. 黃炤雄、蔡雲鵬、林奕耀、杜金池、黃修斌。1972。臺灣植物寄生性線蟲。中研院植研究所專刊第一號66頁。
8. 程永雄、羅文成、杜金池。1981。落花生根瘤線蟲 *Meloidogyne arenaria* 之寄主範圍及化學防治。台南區農業改良場研究彙報第15號: 55-64。
9. 蔡東纂、程永雄。1994。台灣花卉線蟲問題。台灣花卉病蟲害研討會專刊。p.225-241。
10. 蔡東纂。1989。線蟲與作物根系保全。植物線蟲病害防治研討會專集。p.71-92。
11. 臺灣農業年報。1993。臺灣省農林廳編印。 P.54-78。
12. 中華民國植物檢疫限制輸入規定。 1992。 商品檢驗局編印。 32頁。
13. 西尾道德。1983。 連作障害發生。日本土壤肥料雜誌 54(1):64-73。
14. C. I. H. Descriptions of plant-parasitic Nematode : Set 2, No.26

(*Hirschmanniella oryzae*).

15. C. I. H. Descriptions of plant-parasitic Nematode : Set 5, No.68 (*Hirschmanniella spinicoudata*).
16. C. I. H. Descriptions of plant-parasitic Nematode : Set 1, No · 5 (*Rotylenchus reniformis*).
17. C. I. H. Descriptions of plant-parasitic Nematode : Set 6, No · 83 (*Rotylenchus parvus*).
18. Crittenden, H. W. 1952. Resistance of asparagus to *Meloidogyne incognita* var. acrita. Phytopathology 42 (1) : 6.
19. Hartman, K. M., and Sasser, J. N. 1985. Identification of *Meloidogyne* species on the basis of different host test and perineal pattern morphology. pp. 69-77. In An advanced treatise on Meloidogyne Vol.2. (Barker, K. R., Carter, C. C., and Sasser, J. N., eds) North Carolian State University Graphics, Raleigh, N. C. 223pp.
20. Hirschmann, H. 1985. The genus *Meloidogyne* and morphological characters differentiating its species. pp. 79-94. In An advanced treatise on Meloidogyne Vol. 1.(Saser, J. N., and Carter, C. C., eds) North Carolian State University Graphics, Raleigh, N. C. 422pp.
21. Hollis, J. P., and Keobonrueng, S. 1984. Nematode parasites of rice. pp.95-146. In Plant and insect nematodes (Nickle, W. R., ed) New York & Basel, Marcel Dekker.
22. Jatala, P., and Bridge, J. 1990. Nematode parasites of root and tuber crops. pp: 137-180. p. 347-362. In Plant parasitic nematode in subtropical and tropical agriculture. (Michel, L., Richard, A., and Bridge, J., eds) C. A. B. International insitute of parasitology. 629pp.
23. John, B. 1987. Control strategies in subsistence agriculture. pp. 389-420. In Principles and practice of nematode control in crops. (Brown, R. H., ed) Academic Press. New York Austin.
24. Johnson, A. W., and Fassuliotis, G. 1984. Nematode parasites of vegetable crops. pp. 323-372. In Plant and insect nematodes. (Nickle, W. R., ed) Marcel Dekker Inc., New York and Basal.
25. Kantan, J. 1981. Solar heating (Solarization) of soil for control of soilborne pests. Annual Review of Phytopathology 19 : 211-236.
26. Maggenti, A. R. 1981. Nematodes as parasites of the aerial parts of plants (shoots). pp. 201-207. In General Nematology (Mortimer, P. Star, ed)

Springer-Verlay New York, Inc.

27. Mai, W. F., and Lyon, H. H. 1982. Pictorial key to gerera of plant parasitic nematodes. 4th ed. 2ed printing Cornell University. 219pp.

28. Mortimer, J. J., Bridge, J., and Jackson, G. V. H. 1981. ***Hirschmanniella*** spp. an endoparasitic nematode associated with miti-miti disease of taro corms in the Solomon Islands. FAO Plant Protection Bulletin, 29 : 9-11.

29. Norton, D. C. 1978. Ecology of plant-parasitic nematodes. Dept. Bot. and plant pathol. Iowa State Univ. John Wiley & Sons. New York. 268pp.

30. Prot, J. C., and Van Gundy, S. D. 1981. Effect of soil texture and the clay component on migration of ***Meloidogyne incognita*** second stage juveniles. J. Nematol. 13 : 213-216.

31. Rao, Y. S., and Isarel, J. P. 1972. Influence of soil type on the activity of the rice root-knot nematode, ***Meloidogyne graminicola*** Golder & Birchfield. Indian J. Agric. Sci. 42 : 744-747.

32. Ruelo, J. S. 1981. Host range studies of ***Meloidogyne hapla*** in Taiwan. Plant disease 65 : 500-501.

33. Sasser, J. N., and Carter, C. C. 1985. Overview of the international Meloidogyne project 1975-1984. pp. 19-24. In an Advanced Treatise on Meloidogyne Vol. 1. (Sasser, J. N., and Carter, C. C., eds) North Carolina State University Graphics, Raleigh, N. C. 422 pp.

34. Sasser, J. N., and Freckman, D. W. 1987. World perspective on nematology. pp. 7-14. In a Commemoration of the Twenty-fifth Anniversary of the Society of Nematologists.(Veech, J. A., and Dickson, D. W., ed) Society of Nematologists, Inc. Hyattsville, MD.

35. Spiegel, Y., Chet, I., Cuhn, E., Galper, S., and Sharon, E. 1988. Use of chitin for controlling plant-parasitic nematodes. Plant and Soil 109 : 251-256.

36. Walter, H. Thames ,Jr., and Warren, N. S. 1953. A preliminary trial of lowland culture rice in rotation with vegetable crops as a means of reducing root-knot nematode infestions in the everglades. Plant Dis. Reptr. 37(4) : 187-192.

37. Watson, J. R., and Goff, C. C. 1937. Control of root-knot nematode in Folrida. Florida Agr. Expt. Sta. Bulletin 311.

38. Zafar, A. H., and Morgan Golden, A. 1989. A key and diagonstic compendium to the species of genus Pratylenchus Filipjev, 1936. (Lesion nematode) J. Nematol. 21(2) : 202-218.

討　論

問：山藥及薑在根瘤線蟲的發生上有一個高峰期，請問線蟲密度的高峰期發生原因爲何？作物種類？耕作期？季節因素？

嚴新富(嘉義農試分所)

答：線蟲族群密度高峰期在寄主植物之生長旺季，此時根群多，線蟲攝食繁衍之來源夠；本省夏季多雨，有充足水份供作線蟲游移傳播之途徑。

問：線蟲有沒有細菌、眞菌及病毒等的感染？

吳文川(中興大學)

答：有，是爲線蟲之天敵，可作爲 Biological control agents.

問：根據幻燈片顯示，受線蟲危害之山藥塊莖與正常之塊莖大小相差不大，是否對產量有所影響。又對食味有沒有影響？

姜金龍(桃園農改場)

答：一般根系受線蟲危害之山藥植株，在營養吸取上大受影響，產量自然降低。山藥薯塊中有富含蛋白質之雌成蟲存在，無論如何烹調，自然別有風味。

問：短期葉菜類專業區有無線蟲爲害問題。因有些蔬菜不能連作，如香菜、茼蒿。

曹幸之(農試所)

答：專業區及設施栽培蔬菜往往於第三年即出現線蟲性病害，第五年即有明顯連作障害，目前發現者有茼蒿、香菜、青江菜、白菜、萵苣、蕹菜、空心菜等。農友已知用殺線蟲劑控制之。

問：在你防治線蟲之方法有藥劑，尿素、氰氮化鈣，好像都是直接殺滅的效果，利用眞菌捕食線蟲之效困有許多之報告，大部分是經由施用有機物或有機肥料誘生肉食眞菌而來，請問在台灣是否有此類獲得有效防治之具體資料?

黃山內(花蓮農改場)

答：本省在以有機添加物防治線蟲病害，利用幾丁質分解性放射線菌(Chitinoly Actinomycetes)有效防治柑桔、葡萄及西瓜等線蟲病害。眞菌性生物防治在在本省除洋菇外，尙未有在田間作物上之防治實務。

Nematode Diseases Root and Tuber Crops Taiwan

Tsay, T. T., Lin, Y. Y
Department of Plant Pathology, National Chung Hsing University.

Cheng, Y. H.
Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI.

Cheng, C. F.
Division of Plant Protection, Department of Agriculture and Forestry, Taiwan Provincial Govemment.

ABSTRACT

Nematodes as major parasites of root and tuber crops in Taiwan are *Meloidogyne incognita, M. javanica, Pratylenchus coffeae, Rotylenchulus reniformis, Hirschmanniella spp., and Aphelenchiodes besseyi.* And the two species of root-knot nematode are the most important among them. *Meloidogyne* spp. only cause typical knotting or galling of roots on Chinese radish, carrot, edibe burdock, bamboo, asparagus and wasabi. In addition, this nematodes parasitizing the tubers, stems, rhizomes and other storage organs produce galls in the outer tissues giving rise to abnormal, warty or knobbly and rot occasionally. Symptom above ground of this nematode infected plants often show early yellowing, falling, wilting at high temperature and stunting. The prolonged flooding employed in the rotating with rice culture obtaining a reduction in the population of root-knot nematode both at the sandy loam and clay loam potato yields. Otherhands, populations of root-knot nematode would soon reach to the high peak of above 1200 per 100 g soil at 8th month after the ginger and yam were grown. The results of the control show that soil treatments of 80 % Nemamort EC., chitinous amendment, plastic mulching, urea and Ca $(CN)_2$ were all beneficial to reduce the populations of root-knot nematodes and root-knot index compared to the check.

(Key words : root and tuber crops, nematode diseases,control.)

甘藷蟲害管理及性費洛蒙利用

黃振聲　洪巧珍

台灣省農業藥物毒物試驗所

摘　要

台灣甘藷害蟲有記錄者約60種之多，較常見者約10種，惟因甘藷經濟價值較低且再生能力較强，故多數食葉性害蟲對甘藷危害並不嚴重，無須單獨防治，必要時可噴施有機磷藥劑防除。甘藷關鍵害蟲主要有蟻象、螟蛾及猿葉蟲三種，該等害蟲蛀食危害甘藷塊根及莖蔓的習性類似，故可採行藷苗浸藥滅蟲，及甘藷插植前作畦時，將有機磷粒劑或粉劑混合於畦土中，再插植藷苗；發生嚴重時，在中耕培土時，再施藥一次，可一併防除該三種害蟲的危害。蟻象性費洛蒙已被鑑定合成，其誘蟲配方、誘蟲器設計及田間應用技術已開發成功。利用性費洛蒙誘殺配合殺蟲劑對蟻象進行綜合防治效益評估，結果顯示每分地設置四個性費洛蒙誘蟲器，可有效減少甘藷被害率達55～65%；設誘蟲器並於作畦時施用陶斯松粒劑2.25kg AI/ha一次，可減少甘藷被害率67～75%；前述處理效果與作畦及中耕培土時共施藥二次的防治效果80～85%，並無顯著差異。蟻象性費洛蒙誘蟲器亦可用來偵測蟻象於甘藷田的發生狀況；依相關性分析顯示，調查甘藷被蟻象侵害程度時，可僅以藷塊被害率爲評估標準。試驗顯示，陶斯松之藥效較其他農民慣用藥劑爲佳，持效性較長，且應著重植前施藥。另外耕作措施包括：輪作、植前浸水、藷苗浸藥處理或採用無病蟲藷苗、清除田間殘藷及中間寄主、加强覆土(培土)與灌溉及提早採收等，均有助抑制蟻象之發生爲害。估計利用蟻象性費洛蒙誘蟲器於甘藷蟲害綜合管理體系中，可減少施用殺蟲劑1－3次，則每公頃甘藷的防治成本可節省3,100～12,100元，故前述性費洛蒙誘殺綜合防治技術，值得政府擴大推廣應用。

(關鍵詞：甘藷蟻象、甘藷螟蛾、甘藷猿葉蟲、蟲害管理、綜合防治、性費洛蒙)

前　言

甘藷(*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) 是世界上第七大重要作物，而在根莖作物中，其重要性則名列第三[15,18]。甘藷原產於南美洲，歐人於1594及1597年分別將其傳入中國大陸及台灣[18]。中國大陸甘藷栽植面積廣達650萬公頃，產量占全世界89%[2,18]。台灣甘藷種植面積曾高達23萬公頃，產量僅次于水稻，惟受到社會生活型態之變遷及需求上之改變，其栽培面積已大幅減少，然種植面積仍達 15,000餘公頃[1]。以往甘藷除作爲人們食用外，多作爲飼料、或製造澱粉及酒精的主要原料。目前因人們對天然高纖維健康食物的重視，蔬菜食用甘藷品種之育成推廣，及甘藷食品加工技術的進步，甘藷再度受到重視，仍是本省各地區的重要農作物之一。

全世界記錄危害甘藷的害蟲種類達100種以上，台灣有記錄者約60種，其中多數爲兼食性偶發的昆蟲，不會對甘藷生產造成重大的危害[5,10,13,18]。較常見的害蟲近10種，包括：蟻象(Sweet potato weevil, *Cylas formicarius*、螟蛾(Vine borer, *Omphisa anastomosalis*)、猿葉蟲(Leaf beetle, *Colasposoma dauricum*)、白鳥羽蛾 (Plume moth, *Alucita niveodactyla*)、鳥羽蛾(*Ochyrotica concursa*)、小蛾(Leaf folder, *Brachmia macroscopa*)、潛葉蛾(Leafminer, *Bedellia ferenodes*、蝦殼天蛾(Hornworm, *Herse convolvuli*)四紋斗笠金花蟲(Tortoise beetle, *Laccoptera quadrimaculata*)、縱條姬斗笠金花蟲(Tortoise beetle, *Cassida circumdata*)等[5,10,13]。由於甘藷具有很强的再長與藷塊的發育無多大影響[18]。僅蟻象多年來一直是甘藷生育與儲藏期最重要又難防治的害蟲，最近蟻象性費洛蒙組成份已被鑑定並可人工合成[14,16],提供蟻象防治工作嶄新的途徑。在行政院農委會資助下，國內對蟻象性費洛蒙的合成、誘餌配方、簡易誘蟲器設計、及田間應用技術等均已研發成功，而在全省各地區實際利用性費洛蒙於甘藷蟻象綜合防治體系中，亦顯現優良成效[6,7,8,9,17,20]。因此，本文就利用性費洛蒙大量誘殺蟻象有關的綜合防治技術研究結果報告於後，並簡述幾種次要的害蟲發生與防治，作爲未來擬定甘藷蟲害綜合管理體系之生補償能力，能容忍大量葉片的損失，故多數食葉性害蟲的取食危害，對甘藷生參考。

內　容

一、利用性費洛蒙誘殺蟻象防治技術之研發

㈠性費洛蒙誘餌配方及生物活性

蟻象是全球性甘藷的大害蟲，年生7－8代，成蟲多潛藏於甘藷田土壤與葉蔓之間，嚙食莖葉或藷塊，成蟲產卵時，可自土壤裂縫潛入土中，將卵產於甘藷主蔓基部或塊根表皮內，幼蟲則於藷蔓及塊根內蛀食爲害，造成甘藷塊根變黑褐色、木質化、發臭而不能食用[4]。自從長效性有機氯殺蟲劑被禁止使用後，目前一般殺蟲劑很難對潛藏土中的蟻象發揮安全又有效的防治效果，在長達5－6個月的甘藷生育期間，農民常需施藥3－5次，始能稍加控制蟻象的爲害[5]，但也易發生農藥殘留問題。然因農民常感於甘藷收益不高，多疏於防治，全省甘藷被蟻象爲害的百分率平均爲18%，嚴重者可高達88%。

最近美國農部Heath等人已鑑定並合成蟻象性費洛蒙(順)－3－十二烯－1－醇－(反)－2－丁烯酯((Z)－3－dodecen－1－01(E)－2－butenoate)，提供蟻象防治工作嶄新的途徑[16]。其並將蟻象合成性費洛蒙裝載於橡皮帽(Rubber septa)內作成誘餌[16]，惟估計橡皮帽一個約需新台幣5元。爲研製有效價廉的誘餌，乃將靜宜大學顏教授提供的蟻象性費洛蒙合成品(純度大於90%)，以1ug～4mg多種劑量，分別裝載於塑膠微管(Polyethylene microtube)及橡皮帽(Rubber septa)等二種載體內，經於室內及甘藷田進行多次生物檢定

試驗結果，均顯示蟻象性費洛蒙合成品，以1mg劑量裝塡於塑膠微管之劑型，最符合具高誘雄效力又經濟的原則，其誘引力約爲20隻處女蟲的10倍以上，且性誘餌的誘蟲持效性約可達2～3個月之久(表一)。因此，田間使用時，性費洛蒙誘蟲器每2個月加置新誘餌一條，於6個月甘藷生育期間，共使用3條誘餌即可。

表一、甘藷蟻象性費洛蒙誘餌之持效性
Table 1. Persistence of synthetic sex pheromone of *C. formicarius*

Lure age (month)	% of total males attracted
0	29.4 ± 5.3[c]
1	27.5 ± 5.4[c]
2	12.1 ± 5.9[b]
3	7.1 ± 3.4[ab]
4	8.5 ± 3.4[ab]
5	6.1 ± 2.3[a]
20 females	4.7 ± 1.5[a]
Blank	4.6 ± 2.8[a]
Total males attracted[1]	309.2 ±31.4

1.Mean ± S.D. derived from 5 trials.

(二)性費洛蒙誘蟲器設計及改進

美國農部Proshold等人曾發展一種不銹鋼網製成的性費洛蒙誘蟲器(19)，作爲調查偵測甘藷蟻象危害的工具，唯該型誘蟲器體積較大，構造複雜，且造價昂貴，估計約需新台幣三佰元以上，爲開發簡易、有效又價廉的蟻象性費洛蒙誘蟲器，以作爲田間誘蟲所需，乃依據蟻象爬行鑽土習性，利用廢棄的寶特瓶爲材料，研製出雙層漏斗型寶特瓶誘蟲器，本誘蟲器具備只讓蟻象進入而不能逃出的設計，其造型低廉且田間應用時操作簡便(7)。經於室內及田間試驗比較自製雙層漏斗型寶特瓶誘蟲器與類似Proshold使用的AFT誘蟲器，二者對蟻象雄蟲的誘捕效能,結果二種型式誘蟲器的誘蟲效果均良好且無顯著差異(7)。尤其在台中縣龍井鄉甘藷田,因該處蟻象爲害特別嚴重，蟻象族群相當高，雙層漏斗型寶特瓶誘蟲器經常可捕獲上萬隻的蟻象成蟲(7)，顯見雙層漏斗型誘蟲器對蟻象成蟲具有優異的誘殺效果。

進一步對蟻象誘蟲器之材質、顏色、直徑大小、誘餌及誘蟲器設置高度、助滑劑及誘餌與殺蟲劑合用等因素，對蟻象誘殺效果之影響做改進試驗(10)。結果顯示：白色透明及綠色二種雙層漏斗型誘蟲器對蟻象雄蟲誘捕力分別爲48及52%,二者無顯著性差異。直徑8.8及12cm二種隻層漏斗型誘蟲器的誘雄百分率分別爲59及41%，二者無顯著性差異。蟻象性誘餌吊掛於距離誘蟲器瓶口4cm高度時,其誘雄效力顯著地較其他吊掛距離爲0及8cm者爲優。田間設置誘蟲器時，誘蟲瓶口與甘藷葉面距離爲4、8及16cm等三種處理，對蟻象誘捕效果無顯著差異。蟻象性費洛蒙誘蟲器內置含DDVP殺蟲劑棉繩，對蟻象誘捕力(48%)稍有影響，惟與

無放殺蟲劑誘蟲器的誘捕力(52%)無顯著性差異。另外，蟻象在玻璃、塑膠、鋁及不銹鋼等不同材質表面上之爬行速度分別爲2.5、2.4、2.2及1.9cm/sec，無顯著性差異。塑膠斜面爲45、60及90度角時，蟻象由下往上爬行速度分別爲1.7、1.4及1.2cm/sec；蟻象由上往下爬行速度則分別爲1.6、1.9、1.3cm/sec。塑膠斜面60度角且塗佈滑石粉或鐵弗龍助滑劑時，蟻象在其上爬行速度降爲0.9cm/sec;雙層漏斗型誘蟲器內面塗佈一圈鐵弗龍助滑劑對蟻象逃亡率顯著降低爲0.7～3.5%。上述各因子對蟻象誘捕效果的影響及測試結果，可作爲蟻象誘蟲器模式化及田間應用時之參考。

㈢性費洛蒙誘蟲器之有效距離及誘捕效率

以釋放再捕法(Release-recaptured method) 測試蟻象性費洛蒙誘蟲器之有效距離及誘捕效率[7]，結果顯示距離釋放點5m處的誘蟲器誘捕雄蟲百分率最高，平均爲69.1%；其次爲距離釋放點10m處的誘蟲器，平均誘雄百分率10.7%；距離釋放點20～40m處的誘蟲器，其誘雄百分率則降爲1.5～0.4%。總再捕率平均爲81.9%，唯每次試驗結果變異很大，似受溫度影響，如溫度17～18℃時，再捕率爲54～62%，溫度23～24℃時，再捕率爲72～80%，溫度26℃以上時，總再捕率最高可達97.1%。統計分析結果，總再捕率(Y)與試驗期間的平均溫度(X)，兩者間具極顯著正相關關係，其直線迴歸式爲$Y=-12.366+3.463\ X$，$r=0.941^{**}$。因此，顯見蟻象性費洛蒙誘捕效率較其他昆蟲種類優異，且受溫度影響很大，而其誘捕有效距離概在10m範圍內。

㈣利用性費洛蒙防治蟻象的效益評估

1.台中大度山小區域試驗：

爲了評估利用性費洛蒙防治蟻象的效益，乃於台中縣沙鹿鎮大度山地區，進行小區域試驗[11]。試驗時，選定四處各約一公頃的甘藷田，每處甘藷田相距約300公尺以上,每處甘藷田於「井」字的四個角落，設置四區約一分地的處理調查田，包括：(A)全期僅放性費洛蒙誘蟲器，(B)放誘蟲器並於作畦時施藥一次，(C)於作畦及中耕培土時共施藥二次，(D)全期不放誘蟲器也不施藥的對照田；另將中間地帶由農民施用托福松(Terbufos)三次防治的田視爲(E)處理。

使用性費洛蒙誘蟲器誘殺蟻象時，係將蟻象費洛蒙誘餌掛於雙層漏斗型寶特瓶誘蟲器瓶口上面約5cm高度，每分地平均設置四個誘蟲器，相距約15m，誘蟲器底部埋入畦土中固定，並使誘蟲器瓶口離開甘藷葉蔓約5～10cm以上。誘蟲器自甘藷插植後立即設置到收穫爲止，每兩週檢視並記錄誘捕蟲數；另外，每月加置新誘餌一條並更換誘蟲器位置。至於施用土壤殺蟲劑時，每公頃使用5%陶斯松(Chlorpyrifos)粒劑45kg。

防治效益評估包括：⑴誘捕蟲數：在甘藷採收前二週左右，於每種處理調查田(包括原先不放誘蟲器的C.D.E處理)，均設置四個誘蟲器,經4～6日，即檢視記錄不同處理田的誘蟲數，以便偵測不同處理田內蟻象的相對密度。⑵被害株率：甘藷收穫時，每種處理調查田逢機取樣6點，每點調查10株甘藷，檢視每一植株地上部約10cm長的主莖是否被害，再統計每處理田的被害株率。⑶藷塊被害率及藷重被害率：收穫時，如前述方法取樣調查，計算及秤量

每一取樣點被害藷塊數目與重量，及健全藷塊數目與重量(30公克以下不算)，再換算並統計不同處理田甘藷藷塊被害率及藷重被害率。

台中大度山地區利用性費洛蒙與殺蟲劑對蟻象防治之效益評估結果見表二。僅放性費洛蒙誘蟲器的處理(A)在甘藷生育期間總共誘殺1,547至21,722隻蟻象雄蟲；在放誘蟲器並於作畦時施藥一次的處理田(B)則誘殺1,877至18,290隻蟻象；全期誘殺蟻象蟲數似乎與甘藷受蟻象爲害程度無明顯關聯。甘藷收穫前二週的蟲數，以全期不放誘蟲器及不施藥的對照田(D)處理的誘蟲數最多59.5隻，其他處理田的誘蟲數依序爲C(26.8)>A(22.5)>E(17.2)>B(13.8)，經統計分析，處理田與對照田的誘蟲數有顯著性差異，但不同處理田的誘蟲數之間則無顯著差異(表二)。因此，蟻象性費洛蒙誘蟲器亦可用來偵測評估防治效果。

由被害株率評估,以全期不放誘蟲器及不施藥的對照區(D)的被害株率最高達32.1%,其他處理區的被害株率依序爲A(25.4)>B(25.0)=E(25)>C(19.6)，經分析，處理區與對照區的被害株率無顯著性差異(表二)。由藷塊被害率評估，仍以對照區(D)的被害率最高爲14.2%，並與其他處理區的被害率呈顯著性差異；其他處理區的藷塊被害率依序爲A(5.4)>B(4.8)>E(4.4)>C(2.5)，且不同處理區的被害率之間無顯著性差異。再由藷重被害率評估，亦以對照區(D)的被害率最高爲20%，其他處理區的被害率依序爲A(5.7)>E(5.3)>B(4.6)>C(3.0)，經分析，處理區與對照區的藷重被害率具顯著性差異，不同處理區的被害率則不具顯著性差異。至於十株甘藷的藷塊個數及重量(含健全與受害者)，於不同處理與對照區間無顯著性差異，推測蟻象爲害甘藷主要造成品質的降低而不影響產量，無論如何，對照區十株甘藷塊根的重量較農民傳統施用 3 次托福松的田減少27%。

爲了方便比較不同處理對蟻象防治效果，乃以不放誘蟲器與不施藥的對照區爲基準，將不同處理區的甘藷被害率轉換爲防治率，則得表三結果。表三顯示，依不同評估項目換算所得的防治率略有不同，惟不同處理區的防治率之間均無顯著性差異。平均而論，全期僅放性費洛蒙誘蟲器的田(A處理)對蟻象的防治率可達65%,放誘蟲器並於作畦時施藥一次的田(B)的防治率爲75.4%，作畦及中耕培土時共施藥二次的田(C)的防治率最高爲84.5%(表三)。

另外，從效益評估中各種調查項目之相關係數分析結果顯示(表四)，誘蟲數與甘藷被害率之間呈現低正相關性，因此蟻象費洛蒙誘蟲器或可作調查、偵測田間蟻象發生之工具，但僅以誘蟲數作爲預測蟻象爲害程度的指標，則較不適宜。甘藷被害株率、藷塊被害率及藷重被害率三者之間，彼此具顯著或極顯著正相關性，因此，將來在調查評量甘藷受蟻象爲害損失時，可以前述任一調查項目爲評估標準，惟考量調查之簡易、經濟及準確性，應可以藷塊被害率爲單一調查估計標準。

表二、臺中大度山地區以性費洛蒙及殺蟲劑對甘藷蟻象防治效益評估結果

Table 2. The effect of integrated application of sex pheromone and insecticide on the control of C. formicarius in Taichung

Treatment[1]	%plants damaged	%roots damaged		No. of roots per 10 plants	Root weight per 10 plants	No. of weevils per trap
		Measured by number	Measured by weight			
A	25.4[a]	5.4[a]	5.7[a]	28.6[a]	7.1[a]	22.5[a]
B	25.0[a]	4.8[a]	4.6[a]	37.2[a]	9.0[ab]	13.8[a]
C	19.6[a]	2.5[a]	3.0[a]	38.9[a]	8.3[ab]	26.8[a]
D	32.1[a]	14.2[b]	20.0[b]	29.4[a]	6.9[a]	59.5[b]
E	25.0[a]	4.4[a]	5.3[a]	40.8[a]	9.5[b]	17.2[a]

1.A: use of pheromone-baited traps; B: use of pheromone-baited traps and Dursban before planting; C:application of Dursban before planting and at the time of earthing-up; D: untreated control; and E: conventional insecticide as applied by farmers. Data were transformed to arc sine $\sqrt{x}$ prior to analysis, and means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

表三、臺中大度山地區以性費洛蒙及殺蟲劑對甘藷蟻象之防治率

Table 3. Percent control of C. formicarius obtained with different treatments in Taichung

Treatment[1]	Percent control(%)[2]		
	%root damage by number	%root damage by weight	mean
A	62.6[a]	67.4[a]	65.0
B	70.5[a]	80.3[a]	75.4
C	83.3[a]	85.7[a]	84.5
D	0	0	0
E	69.7[a]	72.3[a]	71.0

1.See footnote of Table 2.

2.Percent control = $\frac{\%\text{damage in check} - \%\text{damage in treatment}}{\%\text{ damage in check}} \times 100\%$

表四、臺中大度山地區以性費洛蒙及殺蟲劑對甘藷蟻象防治效益評估中各種調查項目之相關係數分析

Table 4.Correlation coefficients for parameters used in evaluation of C.formicarius in Taichung

Evaluated measure(x)	Evaluated measure(Y)[1]				
	%plant damage	%root damage by no.	%root damage by wt.	No. of roots per 10 plants	Root weight per 10 plants
No. of weevils trapped	-0.03	0.17	0.28	-0.18	-0.28
%plant damage		0.72*	0.62**	-0.64**	-0.32
%root damage by no.			0.96**	-0.56*	-0.31
%root damage by wt.				-0.48*	-0.27
No. of roots per 10 plants					0.69**

1.The marks "*" and "**" indicate significant correlations at the 5 and 1% levels, respectively.

2.全省大區域試驗：

爲了進一步了解全省甘藷田利用性費洛蒙防治蟻象的效果，乃洽請各地區農改場分別於台北縣三芝鄉與金山鄉、苗栗縣後龍鄉、彰化縣芳苑鄉、雲林縣元長與水林鄉、澎湖縣白沙鄉等七個鄉鎮地區，進行大區域試驗(11)。於前述七個鄉鎮地區，每處設置四種處理調查田，每種調查田面積0.1公頃且與附近甘藷田相距100公尺以上。調查田包括(A)、(B)、(C)、(D)四種處理，且處理方式與大度山地區試驗者相同，有些地區則增設處理(E)：農民一般防治的田，及處理(F)：中耕培土時施藥一次的田。防治效果調查評估項目及方法亦如大度山地區試驗者，惟增加調查甘藷塊根被害度－即於甘藷收穫時，每處調查田取樣 5 點，每點取樣10株甘藷，評量每一塊根受蟻象爲害等級：無蟲害爲0級，藷塊1/4以下受害爲1級，1/4至1/2受害爲2級，1/2至3/4受害爲3級，3/4以上受害爲4級，再統計每處調查田的塊根被害度。被害度計算公式爲：被害度(%)＝Σ[(被害等級×該等級被害藷塊數)/(總調查藷塊數×4)]×100。

全省七個鄉鎮地區的甘藷田，以性費洛蒙與殺蟲劑防治蟻象效益評估結果顯示，大多數試驗地區設置性費洛蒙誘蟲器或施用藥劑的田較無處理的對照田，對抑制甘藷蟻象的發生爲害，確有防治效果，有些試驗地區不同處理間，甚至達顯著性差異(8)。由於試驗地區廣佈全

省，調查田面積及取樣點數目受經費及人力的限制，致各個試驗地區效益評估結果變異稍大，爲了節省篇幅及簡便說明，僅就七個鄉鎮地區的資料綜合分析結果(表五)，討論如下。

表五顯示,僅放誘蟲器的田(A處理)及放誘蟲器並於作畦施藥一次的田(B處理)，二者全期蟻象誘蟲數無顯著性差異。由被害株率評估，以全期不放誘蟲器及不施藥的對照田(D)的被害株率最高，達23.6%;其次爲僅放誘蟲器(A)及放誘蟲器並施藥一次的田(B)，被害株率分別爲14.0及8.8%；作畦及中耕培土時共施藥二次的田(C)的被害株率最低爲6.4%統計分析結果，處理田與對照田的被害株率具顯著性差異，A與B處理及B與C處理的被害株率則不具顯著性差異。由藷塊被害度評估，仍以對照區(D)的被害度最高達4.0%；其他處理的藷塊被害度依序爲A(2.0)>B(0.9)>C(0.8)，惟A、B、C處理之間無顯著性差異。至於十株甘藷的藷塊個數及重量，於不同處理與對照照組間，則無顯著性差異，推測蟻象爲害甘藷主要造成品質的降低而不影響產量。由藷塊被害率評估，以對照區(D)的被害率最高爲12.3%，其他處理的藷塊被害率依序爲 A(5.3)> B(4.7)> C(2.4)，且A、B、C處理之間無顯著性差異。再由藷重被害率評估，亦以對照區(D)的被害率最高爲12.3%,其他處理的藷塊被害率依序爲A(5.3)>B(4.8)>C(2.6)；統計分析結果，處理田與對照田的藷重被害率具顯著性差異，A、B、C不同處理田的藷重被害率則不具顯著性差異。另外，增加調查的農民一般防治田(E)受蟻象爲害程度較僅放費洛蒙誘蟲器的田(A)爲嚴重，但較不施藥對照田(D)爲輕微；至於，中耕培土時施藥一次的田(F)受蟻象爲害程度則較僅放誘蟲器的田(A)爲輕微。

表五、全省七個地區以性費洛蒙及殺蟲劑對甘藷蟻象綜合防治效益評估結果
Table 5. The effect of integrated application of sex pheromone and insecticide on the control of C. formicarius in Taiwan

Treatment[1]	%plants damaged	Degree of root damaged	% roots damaged: Measured by number	% roots damaged: Measured by weight	No. of roots per 10 plants	Root weight per 10 plants	No. of weevils per trap
A	14.0[b]	2.0[ab]	5.3[ab]	5.3[a]	51.5[a]	9.1[a]	1,046
B	8.8[ab]	0.9[a]	4.7[ab]	4.8[a]	51.8[a]	8.5[a]	954
C	6.4[a]	0.8[a]	2.4[a]	2.6[a]	55.6[a]	9.8[a]	n.s.
D	23.6[c]	4.0[b]	12.3[b]	12.3[b]	50.3[a]	7.9[a]	
E	14.5	3.6	9.1	7.9	37.7	5.7	
F	10.7	1.0	2.9	6.3	72.2	14.1	

1.A : use of pheromone-baited trap ; B: use of pheromone-baited traps and Dursban before planting; C: application of Dursban before planting and at the time of earthing-up; D: untreated control ; E: conventional insecticide as applied by farmers; and F: application of Dursban at the time of earthing-up. Data were transformed to arc sine $\sqrt{x}$ prior to analysis, and means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

將表五中不同處理的甘藷被害率轉換為防治率，則得表六之防治效果。表六顯示，依不同評估項目換算而得的防治率略有不同，平均而論，以作畦及中耕培土時共施藥二次(C處理)的防治率最高為79.8%，其次為放誘蟲器並於作畦時施藥一次(B)及中耕培土時施藥一次(F)，二者防治率分別為66.8及66.7；僅放誘蟲器(A)的防治率可達54.6%；農民一般施藥(E處理)的防治率約為23.9%。另外，防治效益評估中各種調查項目之相關係數分析結果顯示(表七)，甘藷被害株率、藷塊被害度、藷塊被害率及藷重被害率四者之間，彼此具顯著或極顯著正相關性，此與台中大度山地區試驗結果相同。因此，將來調查及評估甘藷被蟻象為害損失時，可以藷塊被害率作為單一調查評估標準。

表六、全省七個地區以性費洛蒙及殺蟲劑對甘藷蟻象綜合防治之防治率
Table 6. Percent control of *C. formicarius* obtained with different treatments in Taiwan

Treatment	Percent control[2]			
	Degree of root damaged	%root damage by number	%root damage by weight	mean
A	50.0	56.9	56.9	54.6
B	77.5	61.8	61.0	66.8
C	80.0	80.5	78.9	79.8
D	0	0	0	0
E	10.0	26.0	35.8	23.9
F	75.0	76.4	48.8	66.7

1.See footnote of Table 5.

2.Percent control = $\frac{\%\text{damage in check} - \%\text{damage in treatment}}{\%\text{ damage in check}} \times 100\%$

表七、全省七個地區以性費洛蒙及殺蟲劑對甘藷蟻象防治效益評估中各種調查項目之相關係數分析
Table 7. Correlation coefficients for parameters used in evaluation of the control of *C. formicarius* in Taiwan

Evaluated measure(x)	Evaluated measure(Y)[1]				
	Degree of root damage	%root damage by no.	%root damage by wt.	No. of roots per 10 plants	Root weight per 10 plants
%plant damage	0.89*	0.92**	0.96**	-0,33	-0.37
Degree of root damage		0.96*	0.87*	-0.64	-0.66
%root damage by no.			0.92**	-0.61	-0.66
%root damage by wt.				-0.26	-0.31
No. of roots per 10 plants					0.99**

1.The marks "*" and "**" indicate significant correlations at the 5 and 1% levels, respectively.

粗略地估算使用性費洛蒙誘蟲器及殺蟲劑防治蟻象的成本差異如表八,係將每條蟻象性費洛蒙誘餌定價為5元，每個雙層漏斗型寶特瓶誘蟲器定價為20元(商品化之誘蟲器為45元),而每公頃每次施藥成本為4,500元，且農民於甘藷6個月生育期間一般施用藥劑3～5次計算，則估計利用蟻象性費洛蒙誘蟲器而減少施用殺蟲劑一次，甘藷每公頃的防治成本可節省3,100(使用商品化誘蟲器則節省2,100元)，若減少二次用藥則可節省7,600元(6,600元)，減少三次用藥可節省12,100元(11,100元)(表八)。

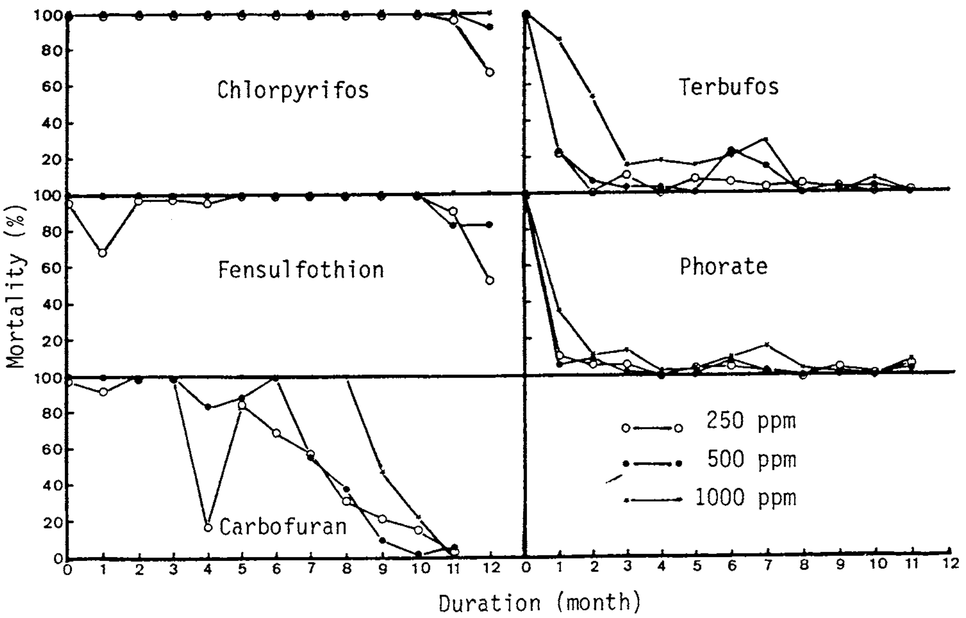
二、甘藷蟻象之耕作及藥劑防治技術探討

甘藷蟻象成蟲壽命長達百餘日，其主要靠爬行及跳飛方式，自鄰近受害甘藷田，或野生牽牛花及其他雜草叢生處，遷移進入新植甘藷田，亦可藉受害甘藷苗被帶入新植田。試驗顯示[10]，蟻象耐飢能力概在1～2週間，其確可取食牽牛花及甕菜，對紅蘿蔔及青椒亦有取食現象；甘藷表面似含有某種物化因子，可促進蟻象之產卵繁殖，惟目前仍無抗性品系的甘藷被育成，而甘藷種植後24至30週時，甘藷塊根被害率劇增。另外試驗證實蟻象成蟲可自30cm深度無縫隙的土中鑽出於土面，但對埋藏土中5～10cm深度的甘藷無鑽入為害能力，且遇雨蟻象自土中鑽出率明顯降低30～50%。因此，可以輪作、甘藷田植前浸水2至3日、採用無病蟲藷苗、清除田裡殘薯及中間寄主、加強栽培期中覆土(培土)及灌水、及提早採收等耕作措施來抑制蟻象的發生為害。另外插植甘藷前，將藷苗浸泡0.05%AI加保扶藥劑，可有效防止潛藏的蟻象被帶入新植田[20]。

藥劑對蟻象之毒效試驗結果顯示[10]，陶斯松(Chlorpyrifos)粒劑對蟻象之毒效最佳，且持效性長達10個月以上；其次為繁福松(Fensulfothion)與加保扶(Carbofuran)，持效性長達6～10個月；托福松(Terbufos)與福瑞松(Phorate)的藥效最差，持效性概在一個月內(圖一)，惟農友有偏好使用托福松的習慣。土壤含水量為5%以上及PH值在4～8之間時,對供試藥劑無不良影響，惟土壤含水量為0%時，供試藥劑之殺蟲效果有降低現象。日照對陶斯松、繁福松及加保扶之殺蟲效果無影響，但對托福松與福瑞松則會降低藥效。

表八、使用性費洛蒙誘殺器及殺蟲劑防治甘藷蟻象之成本差異(元/公頃)
Table 8. The cost difference as using sex pheromone trap and insecticide to control *C formicarius* (NT$per ha)

Application	sex pheromone cost lure + trap = total (commercialized)	Insecticide cost	Difference
1	5Yen×40×3+20Yen×40=1,400Yen (45Yen) (2,400Yen)	4,500	-3,100 (-2,100)
2	same as above	9,000	-7,600 (-6,600)
3	same as above	13,000	-12,100 (-11,100)



圖一、藥劑與土壤混拌對甘藷蟻象之毒效及持效性

Fig. 1. Comparative toxicity and persistence of some commonly used insecticides mixed with soil against *C. formicarius* abults.

田間藥劑對蟻象防治試驗結果顯示(10)，目前政府推薦的陶斯松對蟻象之防治率最高爲77%，顯著地較其他供試藥劑之防治效果爲佳，其他供試藥劑之防治率依序爲繁福松>福瑞松>加保扶，農民慣用托福松的防治率最低爲38%(表九)。陶斯松於作畦時以加倍推薦藥量4.5kgAI/ha，且全期僅使用一次的防治率最高爲81.3%，顯著地較其他施藥方法經濟有效。陶斯松在作畦及中耕培土時，分別以2.3kgAI/ha藥量共施用二次的防治效果較差爲50%；僅在作畦或於中耕培土時施用陶斯松2.3kgAI/ha藥量一次，二者的防治效果相當也最差，防治率分別爲31及27%(表十)。因此，宜加强宣導藷農使用政府推薦安全有效的藥劑來防治甘藷蟻象；而且使用藥劑防治蟻象時，宜提早於作畦插植甘藷時即施用藥劑，如果全期預備施藥二次，則可將二次的施藥量集中於插植甘藷時施用一次，不僅可增加蟻象防治效果且節省二次施藥的勞力工資，亦可避免於甘藷生育後期施用粒劑，可能產生殘毒過高的疑慮。

表九、不同藥劑處理對甘藷蟻象之防治效果

Table 9. Efficacy of various soil insecticides in control of C. formicarius on sweet potato

Insecticide & rate (ai/ha)[1]		% root damage[2]	% of control
Chlorpyrifos	2.25kg	6.1 a	76.8
Fensulfothion	3.0 kg	12.8 ab	51.3
Phorate	4.0 kg	14.5 ab	44.9
Carbofuran	1.2 kg	16.1 abc	38.8
Terbufos	3.0 kg	16.3 bc	38.0
Untreated control		26.3 c	0

1. Insecticide applied twice before planting and at the time of earthing-up.
2. Mean derived from 6 replicates. Date were transformed to arc sine $\sqrt{x}$ prior to analysis, and means followed by the same letters were not significantly different at 5% level by DMRT.

表十、陶斯松粒劑不同劑量及施藥方法對甘藷蟻象之防治效果
Table 10. Efficacy of different dose and application method of Chlorpyrifos granules in control of C. *formicarius* on sweet potato

Treatment	%root damage[1]	%of control
A. 4.5kg ai/ha applied before planting	8.5[a]	81.3
B. 2.3kg ai/ha applied before planting	31.4[ab]	30.8
C. 2.3kg ai/ha applied on earthing-up	33.2[ab]	26.9
D. B + C	22.8[ab]	49.8
E. Untreated control	45.4[b]	0

1.Mean derived from 5 replicates. Date were transformed to arc sine $\sqrt{x}$ prior to analysis, and means followed by the same letters were not significantly different at 5% level by DMRT.

三、甘藷其他次要害蟲的發生與防治

多數甘藷害蟲屬食性昆蟲種類，如鳥羽蛾類、麥蛾、潛葉蛾、蝦殼天蛾、金花蟲類、及猿葉蟲成蟲等。這些食葉害蟲，種類雖多，但多為局部地區發生或兼食性者，常年田間蟲口密度不大；再由於甘藷具有很强的再生補償能力，能容忍大量葉片的損失，故多數食葉性害蟲對甘藷的生育並無多大影響，故無須針對各別的害蟲來防治，只在偶而大發生時，可噴施有機磷藥劑防除。例如鳥羽蛾危害甘藷葉片達15%以上時，始對甘藷產量有影響。(12)

寄生於藷莖內的甘藷螟蛾發生較普遍，年發生5～7代，成蟲產卵於葉芽、葉柄或幼嫩的莖蔓上，幼蟲孵化後，多從葉腋處蛀入莖內為害，再轉入主莖或較粗莖蔓髓部取食危害，藷蔓受刺激而膨大並木質化，中耕或翻蔓時易折斷，但其危害造成甘藷產量損失的關聯性尚未見報告(18)。目前為預防螟蛾的危害，可參考蟻象防治方法，在插植甘藷前將藷苗浸泡0.05% AI加保扶藥劑，以避免潛藏的卵粒與幼蟲被帶入新植田(18)；並可在甘藷插植前作半畦時，採用有機磷粒或粉劑，施於畦心並與土壤混拌後，再插植藷苗。嚴重發生時，於中耕培土前，再施藥一次。另甘藷螟蛾的處女蛾被發現對雄蛾具誘引能力(21)，將來待其性費洛蒙組成份被鑑定並人工合成成功後，即可探討利用性費洛蒙偵測或防治螟蛾之可行性。

甘藷猿葉蟲只局部對夏作甘藷較易發生危害，其年生2～3代，卵期8～10日，幼蟲期111

～171日，有越冬現象，蛹期10～38日，成蟲壽命長達數月,產卵量多達616粒(10)。成蟲嚙食葉面，並產卵於土表，幼蟲潛入土中，爲害藷塊下半部，使甘藷表皮呈現彎曲凹道食痕，但不會深入藷塊內部，但影響外觀品質。相對濕度50%以下時，幼蟲不活動，故於乾燥當田受害輕微。猿葉蟲幼蟲之取食爲害行爲習性類似甘藷蟻象，故其防治可參考採用蟻象之耕作及藥劑防治方法(10)。

結　　論

本省甘藷害蟲種類雖多，惟因甘藷經濟價值較低且再生補償能力較強，故多數食葉害蟲對甘藷的危害並不很嚴重，無須單獨防治，必要時，可噴施有機磷藥劑防除。取食爲害甘藷塊根的蟻象、猿葉蟲或其他地下害蟲、及寄生於藷莖內的螟蛾，對甘藷的生育及產量品質影響較大，惟該等害蟲的取食爲害習性類似，故可共同採行藷苗浸藥滅蟲，並於甘藷插植前，將有機磷粒劑或粉劑混合於畦土中插植藷苗，至中耕培土時，再施藥一次，可一併防除蟻象、猿葉蟲和螟蛾等危害。最近，甘藷頭號害蟲蟻象性費洛蒙已被鑑定合成，其誘餌配方、誘蟲器設計、及田間應用技術均已開發成功，田間利用性費洛蒙誘殺蟻象綜合防治效益評估，結果顯示蟻象性費洛蒙誘蟲器不僅可發揮大量誘殺蟻象的效果(釋放再捕法推測田間再捕率爲82～97%)，而且可以有效減少甘藷塊根被害率達55～65%，約相當於施用農藥1～2次的效果。但考慮田間仍有部份蟻象未被誘殺，並兼顧其他次要害蟲的防除，因此，在利用性費洛蒙誘蟲器大量誘殺蟻象時，並於藷苗插植前作畦時施藥一次，再輔以其他耕作防治措施：輪作、植前浸水、清除田間殘藷及中間寄主、藷苗浸藥處理或採用無病蟲藷苗、加強覆土(培土)與灌溉、及提早採收等，此種綜合防治方法將可更徹底防治蟻象及其他害蟲的發生危害。另外，蟻象性費洛蒙誘蟲器可作爲田間偵測蟻象發生的工具，其誘捕蟲數可作爲防治決策的參考。而由相關性分析顯示，調查估計甘藷被蟻象危害損失狀況時，可僅以藷塊被害率爲評估標準。

估計利用蟻象性費洛蒙誘蟲器於甘藷蟲害綜合管理體系中，可減少施用殺蟲劑1～3次，則甘藷每公頃的防法成本可節省3,100～12,100元。因此,蟻象性費洛蒙誘蟲器值得政府擴大推廣應用，再促使農民注意其他耕作措施，將可有效抑制甘藷害蟲的發生，節省藥劑防治成本，亦可消除消費者對食用甘藷含農藥殘毒的疑懼，以促銷甘藷，增加農民收益。

謝　　辭

本研究承行政院農委會及農林廳植保科支持補助經費，試驗期間承各區農業改良場王雪香小姐、劉政宗、劉達修、顏福成、賴榮茂等諸位先生，鼎力協助，謹致謝忱。

參考文獻

參考文獻

1. 未具名，1989. 台灣農業年報。台灣省農林廳編印372頁。
2. 陳武光譯，1989. 中國大陸的甘藷。農友40：20-31。
3. 洪巧珍，黃振聲，1993. 性費洛蒙在蟲害管理之應用。永續農業研討會專集171-186頁。
4. 洪踵銓，張松壽，1959. 甘藷擬蟻象鼻蟲之發生消長與生態觀察。農業發展8：38-44。
5. 張良傳，1966. 甘藷土壤害蟲藥劑防治試驗。植保會刊8：90-93。
6. 黃振聲，1988. 利用性費洛蒙防治甘藷蟻象。豐年28：20-22。
7. 黃振聲，洪巧珍，顏耀平，1989. 甘藷蟻象性費洛蒙配方及誘捕器誘蟲效能之評估。中華昆蟲9：37-43。
8. 黃振聲，洪巧珍，1990. 利用性費洛蒙誘殺甘藷蟻象之綜合防治。農藥世界79：76-79。
9. 黃振聲，1991. 利用性費洛蒙誘殺甘藷蟻象綜合防治效益評估。台灣農業27(3)：56-61。
10. 黃振聲，洪巧珍，甘藷蟻象綜合防治技術之研究(未發表，1989～1991年農委會計劃報告)。
11. 黃振聲，洪巧珍，1992. 利用性費洛蒙防治甘藷蟻象。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊81-94頁。
12. 顏福成，1979.A甘藷烏羽蛾生態及防治研究。台南農改場研究彙報12：68-83。
13. 顏福成，陳學信，陳漢洋，1982. 本省甘藷主要產地病蟲爲害情況調查報告。台灣農業18：64-67。
14. 顏耀平，黃振聲，1990. 甘藷蟻象性費洛蒙之合成改進及活性。植保會刊32：239-241。
15. Chalfant,R.B., 1990. Ecology and management of sweet potato ins:ects Annu. Rev. Entomol. 35：157-180.
16. Heath, R. R., J. A. Coffelt, P. E. Sonnet, F. I. Proshold, B.Dueben, and J. H. Tumlinson, 1986. Identification of sex pheromone produced by female sweet potato weevil, *Cylas formicarius elegantulus* (Summers). J. Chem. Ecol. 12(6):1489--1503.
17. Hwang, J. S., C. C. Hung, 1991. Evaluation of the effect of inte-grated control of sweet potato weevil, *Cylas formicarius* Fabricius, with sex pheromone and insecticide. Chinese J. Entomol. 11：140-146.
18. Jansson, R. K. and K. V. Raman, 1991. Sweet potato pest management: A global perspective. 439pp. Westview Press, Inc., Boulder,Colorado.
19. Proshold, F. I., J. L. Gonzalez, C. Asencio, and R. R. Heath, 1986. A trap for monitoring the sweet potato weevil using pheromone or live females as bait. J. Econ. Entomol. 79：641-647.
20. Taleker, N S., R. M. Lai,and K. W. Cheng, 1989. Integrated control of sweet

and sex pheromone related studies with sweet potato vine borer. Chinese J. Entomol. 12：277-284.

討　論

問：性費洛費的有效期間多長，以何時施用爲佳。

姜金龍(桃園農改場)

答：蟻象性費洛蒙誘餌的有效期間約可達2～3個月。在插植甘藷苗時，即可設置蟻象性費洛蒙誘蟲器於甘藷田內。

問：根據你的報告蟻象使用陶斯松防治於植前加倍藥量較使用該藥劑分二次爲佳，其理由是有關蟻象密度問題或是藥劑特性，請說明。

黃山內(花蓮農改場)

答：甘藷植前施用陶斯松加倍藥量較分二次施用對蟻象防治效果較佳之原因，推測是：施用加倍藥量與土壤混拌更均勻，使蟻象接觸藥劑的機會增加，殺蟲效果會增加；另外，加倍藥量可將早期低密度的蟻象族群抑制，使其增殖較慢，對甘藷危害率降低。再者，根據室內藥效測定結果顯示，陶斯松持效性長達10個月以上，故在植前施藥，已可涵蓋整個甘藷栽培期。

Sweet Potato Insect Pest Management and the Application of Sex Pheromone

Jenn-Sheng Hwang and Chau-Chin Hung
Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

About 60 insect species infesting sweet potato have been reported in Taiwan. Among them, 10 species, i.e., *Cylas formicarius. Omphisa anastomosalis, Colasposoma dauricum Alucita niveodactyla Ochyrotica concursa Brachmia macroscopa, Bedellia ferenodes Herse convolvuli, Laccoptera quadrimaculata,* and *Cassida circumdata,* are easily seen in the field. Organophosphate insecticides are applied to control the foliage pests in case of serious infestation. Sweet potato weevil (SPW, *C. fomicarius*), sweet potato vine borer (*O. anastomosalis*) and leaf beetle (*C. dauricum*) are the three major pests of sweet potato. Their injuring behavior, e.g., larvae feeding and/or tunneling into stems and root tubers, are similar. Therefore, the control measures such as dipping the cuttings in insecticide solution (0.05% a.i. carbofuran) before planting, preplanting application of insecticides into the soil, and post-planting application of insecticides within the crown of the plants, can be employed to control these three pests and other soil insects. Efficacy test on SPW indicated that Chlorpyrifos was more effective and persistent than the other insecticides. Application of insecticides before planting was more effective than application at the time of earthing-up. Recently the sex pheromone of SPW has been isolated, identified, and synthesized, which exhibits great potential in the integreated management for controlling SPW. The formulation of pheromone lure, trap design, and techniques of practical application in the field have been successfully developed. Experiments have also been conducted to evaluate the integrated effects of sex pheromone and insecticides in the control of SPW. The results indicated that the use of pheromone-baited traps placed at a density of 4 traps/0.1 ha reduced 55-65% of storage root damage caused by SPW. The use combination with pre-planting of such traps in application of chlorpyrifos (2.25 kg a.i/ha) reduced storage root damage by 67-75%. The effect was

(2.25 kg a.i/ha) reduced storage root damage by 67-75%. The effect was comparable to that from 2 applications of Chlorpyrifos (80-85%) implemented at the times of pre-plant and earthing-up. The pheromone trap may also be used to locate, survey, and monitor the occurrence of SPW. The foregoing methods in combination with other cultural practices, such as crop rotation, field flooding, control of other alternate hosts, earthing-up the vines, and earlier harvest (4-5 months after planting) are suggested as effective measures in controlling SPW and other pests. One to 3 applications of insecticides can be omitted, or NT$3,100 to 12,100 per ha can be saved when pheromone-baited traps are included in the initegrated pest management. Therefore, the sex pheromone of SPW appers a valuable component in the integrated pest management of sweet potato.

(Key words: Sweet potato weevil, *Cylas formicarius, Omphisa anastomosalis, Colasposoma dauricum*, pheromnoe.)

甘藷健康種苗培育

羅淑芳 廖嘉信
台灣省農業試驗所嘉義農業試驗分所

摘　　要

甘藷感染病毒之病株，以38－42℃熱處理4週以上切取0.3-0.6mm大小之莖頂，培養於含MS基本無機鹽類，每公升添加0.4mg thiamine-HCl、100mg myoinositol，4mg BAP, 1mg IAA及30g sucrose之改良式固體MS培養基上，4週後移植於不含生長素之相同培養基，再經10週，可得完整的培養苗。以指示植物*Ipomoea setosa*嫁接檢定，剔除病毒殘存株。其餘健康苗，以單莖節培養於改良式MS培養基，每3－4週可繼代培養一次，每次增殖5－6倍，每一莖頂一年約可繁殖40萬苗，對加速健康種苗繁殖，極具功效。

比較健株與罹病株結果發現；具黃斑型及紫斑型病徵之病株，其塊根減產約10%，具捲葉型病徵之病株，嚴重減產30%以上，健株初期生長快，收穫時塊根表皮光滑細緻，肉色亮麗，質量俱佳。

（關鍵詞：甘藷、病毒、組織培養、種苗培育）

前　　言

甘藷為本省重要輔助糧食作物，據台灣農業年報統計，民國82年全年栽培面積約一萬二千公頃，單位面積平均產量每公頃僅16公噸[1]，但歷年各育種場所育成推廣的甘藷品種，據試驗記載塊根平均產量每公頃均在30公噸以上，差異懸殊。其塊根產量銳減的原因，除未能適地適種及氣候環境條件不適當等因素外，根據嘉義分所多年來研究結果顯示，病毒等系統性病害感染可能是重要影響因子之一[9]。

甘藷為無性繁殖作物，一旦感染病毒則難以根除，且逐漸蔓衍於各產區，由於病毒的感染不但使甘藷塊根品質受影響[19]，且其產量損失高達10-87%[17,21,23]欲獲得無病毒植物體的方法有：1.熱處理法(heat therapy)：kobus(1890)報導以50-52℃溫湯處理蔗莖30分鐘，藉以除去甘蔗sereh disease獲得健株[25]，2.化學療法(chemotherapy)：Raychaudhuri et al(1970)發現培養基中添加1ppm GA或2.4-D能減低CHMV(Chilli mosaic virus)病毒的感染[28]，Fraser及Whenbam(1978)報導菸草以MBC(methyl benzimidazal-2yl-carbamate)處理，可抑制TMV在生長旺盛的組織部分累積，並可防止病毒阻礙葉的生長[12]，Green等報導甘藷頂芽培養於添加50ppm ribavirin之培養基中可獲得86%無捲葉病植株[12]，3.莖頂培養法(meristem-tip culture)；Morel及Martin(1950)，首次成功的由感染病毒的大理花(dahlia)生長點分離培養，獲得無病毒植株後，以莖頂培養法獲得無病毒苗的成功事例很多，甘藷以此培養技術獲得無病毒健康種苗者有美國(Nielsen 1960) [25] 。日本(Mori 1971) [22]

波多黎各(Alconero et al 1975)[19]台灣(廖 1979，1982，Green1992)[4,5,15]及奈及利亞(Frison & Ng 1981)[13]等。

內　容

一、甘藷病毒病害發生概況：

本省甘藷感染病毒所引起的病徵有黃斑(yellow spot)、紫環(purple ring)、捲葉(leaf curl)、羽狀鑲嵌(feathery mottle)及嵌紋(mosaic)等，且多數以數種病毒複合感染，據嘉義分所調查全省13縣，73鄉鎮，152個甘藷園，發現病毒感染率高達75%以上(表1)，其中黃斑及潛伏染病毒單獨或混合感染者佔51.4%，普遍發生於各甘藷園中，其次爲嚴重型病毒檢出率亦達17.1%，且北部地區罹病率較南部地區高，捲葉病的檢出率佔9.8%，另有4.5%在牽牛花(*Ipomoea nil*)上出現葉片黃化，矮化等系統性病徵之未知病因。由各供試取樣園罹病率顯示病毒檢出率50% 以上者共有127處，達取樣甘藷園的83.5%[9]。本省甘藷病毒已分離得三種，並暫定名爲SPV-A、SPV-N及SPV-B[3,8]，其主要區別爲：

SPV-A：在甘藷上產生黃斑或紫斑型病徵，可經由機械傳播及蚜蟲以非永續性方式傳染，病毒爲長絲狀。

SPV-N：在甘藷上產生輕微鑲嵌(mottle)的不明顯病斑，病毒可經由機械傳播感染甘藷及菸草，病毒爲長絲狀。

SPV-B：在甘藷上產生捲葉型病徵，可經由菸草粉蝨傳播感染，病毒顆粒爲子彈型。

表1：七十四年度台灣主要甘藷產區病毒罹病率調查
Table1：The percentage of viruses infected sweet potato at main planting region in Taiwan in 1985.

	% of viruses infected plant						
Planting region	Severe type	Latent	Yellow spot and latent	Yellow spot latent and Leaf curl	Leaf curl	Unknow	Healthy plant
Taipei	21.74	2.17	43.48	23.92	4.35	—	4.35
Taoyuan	18.18	4.55	54.55	—	—	—	22.73
Hsinchu	32.60	10.87	17.39	36.96	—	—	2.17
Miaoli	21.54	8.46	34.62	0.77	1.54	0.77	32.31
Changhua	34.47	5.83	32.03	—	—	4.37	23.30
Yunlin	11.03	2.94	36.03	5.15	3.68	2.94	38.24
Chiayi	17.47	1.20	40.97	10.24	—	10.24	19.88
Tainan	16.05	2.60	48.37	1.52	0.65	2.60	28.20
Kaohsiung	5.88	2.94	67.65	—	—	5.88	17.65
Pingtung	5.31	7.08	35.40	3.54	3.54	5.31	39.82
Taitung	1.90	2.53	27.85	12.03	10.76	10.13	34.81
Hualian	5.36	5.36	29.02	2.23	6.92	13.17	37.95
Ilan	30.95	—	48.81	—	—	3.57	16.67
Mean	17.11	4.35	39.71	7.41	2.42	4.54	24.46

二、無病毒甘藷種苗培育與繁殖：

植物經由熱處理配合莖頂培養以去除病毒之例子頗多，雖然熱處理溫度越高，處理所需時間越短，但甘藷在45℃以上處理時成活率大幅下降，50℃以上則無法忍受(2)。近年來以適當高溫之熱處理配合莖頂培養，以獲得無病毒株的方法，使多數不易去除的病毒得以根除，Kassanis假設高溫可去除病毒的原因爲罹病株代謝系統轉變，使病毒合成與分裂失去平衡或失去繁殖能力所致(20)。甘藷爲無性繁殖作物，在田間易經由媒介昆蟲及農機具等傳染而複合感染多種病毒，據筆者等試驗結果；甘藷罹病毒株塊根，經清洗置25℃之濕潤環境下催芽，新芽長出後，改置於38～42℃植物生長箱，熱療4週以上，切取莖頂0.3～0.6mm，培養於含 4mg/l 6-benzylaminopurine(BAP)，1mg/l indol-3-acetic acid(IAA) 之改良式 Murashige and Skoog培養基(24)，在光度1500～3000lux，光期16小時，溫度25±1℃之環境下培養65～120天，可長成一完全小苗。且其健株獲得率在60%以上(4,5,15)。

甘藷病毒種類頗爲複雜，以血清法鑑定不易。利用供試株莖段嫁接於指示植物爲可行的病毒檢定法，以指示植物巴西牽牛(*Ipomoea setosa*)嫁接檢定，可測定黃斑型(SPV-A)，潛伏型(SPV-N)及捲葉型(SPV-B)病毒及萎縮型(yellow drawf)系統性病害之病原殘存(4)。

健康種苗在田間無性繁殖，易經由綠桃蚜或粉蝨等病毒媒介昆蟲再傳播感染(3,8,15)，試管中增殖爲安全可行的繁殖方式之一，以單莖節繁殖法，配合提高培養基中蔗糖濃度爲6%，可加速試管苗生長(表2)(10)，每20～30天可增殖5倍以上，估計單一莖頂一年可增殖約40萬苗。

表2：不同濃度之蔗糖對甘藷莖生長及成活率之影響
Table 2. Effect of sucrose concentration on the growth ,development and in vitro survival rate of sweet potato shoot segments cultured for one month on modified MS medium.

Sucrose conc. (%)	Fresh wt. (mg/shoot)		Stem diameter (mm)		Plant height (cm)		Nember of expanded leaves		In Vitro survival rate (%)	
	TNG 57[1]	TNG 66[1]	TNG 57	TNG 66	TNG 57	TNG 66	TNG 57	TNG 66	TNG 57	TNG 66
0	13^{e}[2]	97^{e}	0.1^{e}	0.7^{c}	1.6^{c}	1.7^{d}	0.1^{e}	0.3^{d}	12.5	56.7
3	538^{c}	766^{c}	1.4^{c}	1.8^{b}	6.6^{b}	5.4^{b}	6.1^{b}	4.1^{a}	100.0	100.0
6	$1,110^{a}$	$1,177^{ab}$	1.6^{b}	2.3^{a}	9.2^{a}	6.6^{a}	7.0^{a}	3.4^{b}	100.0	100.0
9	956^{b}	$1,309^{a}$	1.8^{a}	2.6^{a}	6.3^{b}	5.4^{b}	5.0^{c}	2.5^{c}	100.0	100.0
12	252^{d}	$1,148^{b}$	0.8^{d}	2.4^{a}	2.1^{c}	3.8^{c}	1.1^{d}	2.4^{c}	50.0	100.0
15	38^{e}	255^{d}	0.2^{e}	1.0^{c}	1.6^{c}	1.8^{d}	0.1^{e}	0.6^{d}	22.5	56.7

1.TNG57：Tainung 57；TNG 66： Tainung 66.
2.Meas with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test. Each data represents the mean of 40 replications.

若為種原保存的目的以mannose，lactose及glucose取代sucrose可有效的抑制甘藷試管苗生長(表3)，延緩培植體的繼代培養週期達6個月以上(10)，或以monitol取代sucrose並配合19℃低溫培養，則可延長繼代培養週期達12月以上(13)，對培植體移植至正常培養環境下其生長勢不受影響，減少種原試管中保存之移植次數，可節省人力、物力及人為的疏失引起的種原遺失。

表3：不同碳源對甘藷莖生長及發育之影響
Table 3：Effect of sugar source on the growth and development of sweet potato shoot segments cultured for two months on modified MS medium.

Sugar[1]	Fresh wt. (mg/shoot)		Plant height (cm)		Number of expanded leaves		Dry weight (mg/shoot)	
	TNG 57[2]	TNG 66[2]	TNG 57	TNG 66	TNG 57	TNG 66	TNG 57	TNG 66
Lactose	101[de3]	84[ef]	2.2[d]	1.5[d]	2.6[d]	0.3[e]	8.2[de]	8.1[e]
Maltose	354[c]	637[b]	5.1[c]	10.7[b]	7.2[c]	6.6[c]	25.1[c]	45.6[b]
Fructose	596[b]	527[c]	7.3[b]	9.1[c]	12.1[b]	7.6[b]	42.0[b]	43.1[b]
Mannose	84[de]	201[d]	1.9[d]	2.4[d]	2.6[d]	2.2[d]	10.0[d]	24.0[c]
Galactose	0[e4]	0[f]	0.0[d]	0.0[d]	0.0[e]	0.0[e]	0.0[e]	0.0[f]
Glucose	202[d]	158[de]	2.6[d]	2.2[d]	4.5[d]	2.1[d]	16.9[cd]	16.5[d]
Arabinose	0[e4]	0[f]	0.0[d]	0.0[d]	0.0[e]	0.0[e]	0.0[e]	0.0[f]
Sucrose	877[a]	1024[a]	9.4[a]	13.8[a]	14.8[a]	8.8[a]	67.7[a]	77.5[a]

1.Concentration of all sugars was 3%.
2.TNG57：Tainung 57 ; TNG 66：Tainung 66.
3.Means with the same letter of a column are not significantly different at 5% level by Duncan's Multiple Range Test. Each data represents the mean of 20 replications.
4.Explants did not survive under the experimental conditions.

三、健株與病株生長比較：

作物被病毒感染後的產量損失變異很大，通常可見罹病株的產量遠較健株為低(14)，Mukiibi報導甘藷植後5個月感染病毒減產約11%，而插植初期感染減產達57%(23)，其具SPVD病徵者減收達78%(17)，產量損失受病毒種類與strain的影響(18)，病毒不僅減少作物的

產量且引起品質的劣化，Kantack及Martin(1958)發現甘藷感染栓化病毒(internal cork virus)雖對產量的影響不大，但卻明顯地改變其食味而失去其經濟價值[19]。本省甘藷無病毒健康種苗在田間種植後，其地上部生長遠較病毒感染株快速，塊根產量亦較複合感染多種病毒的病株，顯著增數20%以上[6,7]，較SPV-A及SPV-N病毒感染株的塊根產量稍高，但差異不顯著[6]。歷年來在各主要產區試作結果，台農57號株平均減產30%以上(表4)，而且塊根水分含量較少肉質較粗糙，健株之塊根表皮光滑細緻、肉色鮮黃帶橙，適口性亦較佳，充分表露優良品種原有的特性，也彰顯出病毒感染爲本省甘藷優良栽培品種劣變的原因之一。

表 4：甘藷台農57號無病毒苗與罹病株塊根產量比較

Table 4：Comparison of fleshy root production between virus-free and viruses complex infected sweet potato "Tainung 57"

Year	Location	Crop season	Fleshy root yield(ton/ha)		% of yield reduced of viruses infected plant
			Healthy plant	Viruses infected plant	
1978	Chiayi,(Chiayi AES)	Fall	28.10	21.20	24.50
1980	Taichung,(TARI)	Fall	32.40	21.70	33.00
1983	Yunlin,(Shuilin)	Fall	54.40	27.50	49.40
1984	Taipei,(Sanchih)	Spring	29.25	20.50	29.90
1985	Yunlin,(Yuanchang)	Fall	37.00	31.00	16.20
1987	Yulin,(Yuanchang)	Fall	50.70	31.00	38.90
Mean			38.64	25.48	34.06

結　論

甘藷爲無性繁殖作物，植株感染病毒等系統性病害後即成爲傳染源，根除系統性病害的蔓衍，除積極進行抗病育種外，藉熱療、化學藥劑處理及莖頂組織培養法等亦暫時可得健康植株。其中以莖頂組織培養較廣泛被利用。莖頂切取之大小與培植體病毒之去除及試管苗的成活率有關，甘藷莖頂切取長度小於0.2mm時，易誘得癒傷組織而難以獲得完整植株，而大於0.7mm時，無病毒苗獲得比率則偏低，以0.3～0.6mm爲最適合之切離體大小，無病毒健康苗獲得率約在40%以上。培養基中蔗糖濃度對培植體的生長與健化關係密切，蔗糖以含3～6%爲最適宜，太高太低均易造成培植體的生長弱勢，此可能受培養基滲透壓差異的影響。以3% glucose取代蔗糖可抑制培植體生長，延緩繼代培養週期達6個月以上，對種原保存，裨益大。

甘藷健康苗的培育除可促進植株正長生長，提高塊根產量外，對塊根品質亦深具影響。

參考文獻

1. 農林廳，1993. 台灣農業年報 (八十二年版) p，54-55。
2. 楊一郎，1969. 甘藷簇葉病之研究(1) 。農業研究 18：50-60。
3. 廖嘉信，簡義忠，鐘美麗，邱人璋，韓又新，1979. 台灣甘藷毒素病之研究 I.甘藷黃斑型毒素病。中華農業研究，28(3)：127-138。
4. 廖嘉信，鐘美麗，1979. 甘藷無病毒苗之培育及病毒檢定。中華農業研究，28：139-144。
5. 廖嘉信，蔡新聲，盧英權，1982. 甘藷病毒SPV-A及SPV-N消除法之研究。中華農業研究，31(3)：239-245。
6. 廖嘉信，鐘美麗，蔡新聲，1982. 病毒對甘藷農藝性狀的影響。 中華農業研究，32(3)：228-232。
7. 鐘美麗，廖嘉信，李良，1981. 毒素病對甘藷產量及品質之影響。 植保會刊23：137-141。
8. 鐘美麗，廖嘉信，陳脈紀，邱人璋，1985. 甘藷捲葉病病原的分離傳播及寄主範圍。植保會刊，27：333-341。
9. 鐘美麗，廖嘉信，賴秋恩，1986. 台灣甘藷病毒病種類、分佈及罹病率調查(未發表)。
10. 羅淑芳，廖嘉信，1993. 甘藷種原試管中保存技術之研究， I.碳素源對培殖體生長之影響。中華農業研究，42(1)：30-36。
11. Alconero, R., A. G. Santiago, F. Morales & F. Rodriguez. 1975. Meristem-tip culture and virus indexing of sweet potatoes. Phytopathology 65：767-773.
12. Fraser, R. S. S. & R. J. Whenham. 1978. Chemotherapy of plant virus disease with methyl benzimidazal-2yl-carbamate; effects on plant growth and multiplication of tobacco mosaic virus. Physiological Plant Pathology 13：51-64.
13. Frison, E. A. & S. Y. Ng, 1981. Elimination of sweet potato virus disease agents by meristem tip culture. Trop. Pest. Manage. 27：452-454.
14. Gibbs, A. and B. Harrison, 1976. Ways of preventing crop losses. In Plant Virology P, 217-231. Edward Arnold Ltd., London.
15. Green, S. K., C. Y. Luo and S. F. Wu, 1992. Elimination of leaf curl virus of sweet potato by meristem tip culture, heat and ribavirin. Plant Protection Bulletin 34：1-7.
16. Green, S, K., S. C. S. Tsou and S. F. Wu, 1992. The effect of meristeming on yield, quality and on virus reinfection of sweet potato. Plant Protection Bulletin 34：192-201.
17. Hahn, S. K. 1979. Effects of viruses (SPVD) on growth and yield of sweet potato. Expl. Agri. 15：253-256.

18. Hampton, R. O. 1975. The nature of bean yield reduction by bean yellow and bean common mosaic viruses. Phytopathology 65 : 1342-1346.

19. Kantack, E. J. & W. J. Martin, 1985. Effect of internal cork on yield and grade of sweet potato roots. Phytopathology. 48 : 521-522.

20. Kassanis, B. 1965. Therapy of virus-infected plants. In : Plant Cell Tissue and Organ Culture (Reubert, J. and Y. P. S. Bajaj ed. 1977). Charpter 5, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York.

21. Lobenstein, C. & I. Harpaz. 1960. Virus diseases of sweet potatoes in Israel. Phytopathology, 50 : 100-104.

22. Mori, K. 1971. Production of virus-free plants by means of meristem culture. Jpn. Agric. Res. Q., 6 : 1-7.

23. Mukiibi, J. 1976. Effect of mosaic on the yield of sweet potatoes in Uganda. Proc. 4th Sym. of the International Soc. for Tropical Root Crop, P. 169-170.

24. Murashige, T and F. Skoog, 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant 15 : 473- 479.

25. Nielsen, L. W. 1960. Elimination of internal cork virus by culturing apical meristems of infected sweet potatoes. Phytopathology, 50 : 840-841.

26. Nyland, G. & A. C. Goheen. 1969. Heat therapy of virus diseases of perennial plant. Ann. Rev. Phytopath. 7 : 331-354.

27. Quak, F. 1977. Meristem culture and virus-free plant. In : Plant Cell, Tissue and Organ Culture (Reubert, J. & Y. P. S. Bajaj ed.) Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York. P. 598-615.

28. Raychaudhuri, S. P. 1970. Plant viruses in tissue culture. In : Plant Tissue Culture (Stree, H. E. & G. G. Henshaw ed.) P. 429-460.

討　論

問：1.甘藷經組織培養之健康種苗是否已經實用？

2.培養基中用BAP是何物？有何效用？

侯清利(嘉義農專農藝科)

答：1.甘藷健康種苗的培育已實際使用在優良品種的繁殖與推廣工作上。嘉義農試分所每年供應近十萬苗，主要推廣地區爲台北縣金山地區，雲林縣元長、水林及台南縣新化等地區。

2.BAP (benzyl aminopurine) 爲Cytokinin的一種，在組織培養中有抑制頂芽優勢及延緩細胞老化的效用。

Propagation of Virus-free Sweet Potatoes through Shoot-tip Culture

S. F. Lo and C. H. Liao
Chaiyi Agricultural Experiment Station, Taiwan Agricultural Research Institute, Chiayi, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

The procedure for producing virus-free sweet potato seedlings by the *in vitro*.in shoot-tip culture techniques has been established. Shoot tips about 0.3-0.6 mm in length, are excised from the plants previously exposed to high temperature (38~42℃) environment for 28 days. They are cultured for 4 weeks on the medium containing inorganic salts of Murashige and Skoog (MS) formulation supplemened with 0.4mg/l thiamine-HCl, 4 mg/l 6-benzylaminopurine (BAP), 1 mg/l indole -3-acetic acid (IAA), 100 mg/l myo-inositol, 30 g/l sucrose, and 8 g/l Difco Bactoagar. The cultures are then transferred to medium containing no plant growth regulator, and intact plantlets could be produced within 10 weeks. More than 60% of the produced plantlets are free of virus contamination as proved by mechanical transmission and/or grafting with indicator plants *Ipomoea setosa* or *I. nil* Single-node cuttings of these virus-free plantlets cultured *in vitro* could develop into intact plants within 20 to 30 days. A 5-time multiplication rate can be achieved after each subculture. A comparison between virus-free and virus-infected plants indicated that the fresh tuber yield was decreased by 30% if the plants were infected with leaf curl virus (SPV-B) and by 10% if infected with yellow spot symptom virus (SPV-A) and/or mild mottle symptom virus (SPV-N). The virus-free plants were also characterized by higher growth rate at early growth phase and better tuber quality.

(Key words : Sweet potato, virus, tissue culture, seedling propagation)

馬鈴薯健康種薯之繁殖與檢查

吳榮
農林廳農產科

摘要

本省馬鈴薯健康種薯師法歐美等國之繁殖與檢查制度，於1972年自組織培養瓶苗、基本種後設立了原原種、原種、採種的三級良種繁殖制度，目前由種原至原原種之培育由種苗改良繁殖場負責，原種和採種則由豐原市農會與斗南鎮農會共同負責。除種原由種苗場自行檢查外，餘均由農林廳農產科種子技術股負責檢查，原原種得行三次田間檢查、種薯採收前抗血清檢查與種薯收穫時檢查，原種和採種則行田間檢查及種薯收穫時檢查，三級並皆行種薯採收後之抗血清檢查以爲參考。本文僅就歷年來本省馬鈴薯健康種薯生產與檢查體系之變遷、生產與檢查情形、檢查標準及檢查成果加以綜合並檢討之。

（關鍵詞：馬鈴薯、健康種薯、種薯檢查、檢查標準）

前言

馬鈴薯原產於熱帶美洲高地，世界各地引入後，遂成爲世界性的主要糧食作物之一，1845年愛爾蘭即曾因馬鈴薯晚疫病之發生造成百萬人餓死之大饑荒[19,21]；馬鈴薯屬茄科植物，可以種子或塊莖繁殖，以種子繁殖雖可降低生產成本並減少病害傳播機會，但生育期較長，品種特性分離以致各植株間品質與產量不一，故一般仍多以塊莖進行無性繁殖[5,6,19,21]，該塊莖一般皆以種薯(Seed Potato)稱之。

馬鈴薯的病害種類繁多，約有百餘種[14,19,21]，其中部分病害會經由種薯傳播，尤其以病毒病害之爲害最爲嚴重，種薯之健康與將來植株之生長勢和產量密切相關，欲增加產量提高品質唯有使用健康種薯一途，因此世界先進國家如美、日、荷等國皆有馬鈴薯健康種薯的繁殖制度[19,21]。

本省馬鈴薯之栽培始於1914年[6]，多於中部地區冬季裡作時期種植，生產面積最高達3,963公頃，以鮮食和外銷爲主；現今約有1,700公頃，分佈於臺中縣、雲林縣及嘉義縣一帶[8]，則以鮮食和加工爲主。種薯早期均由日本進口，但因進口種薯的價格很高，農民爲降低生產成本常自行留種2至3年以節省種薯費用，但自行留種者僅以肉眼識別植株較健壯者留種，無法選別眞正健康的種薯，故產量逐年下降；1972年日本北海道馬鈴薯種薯產區發現黃金線蟲(*Globodera rostochiensis M & S*)，次年我國將其列爲疫區，禁止再由日本進口種薯[10]。

本省自1969年由中央研究院王博仁博士取農林一號之生長點進行組織培養，培育出馬鈴薯苗，進而繁殖種薯，翌年委請中興大學盧耀村博士以自製之抗血清進行病毒檢查，並以判

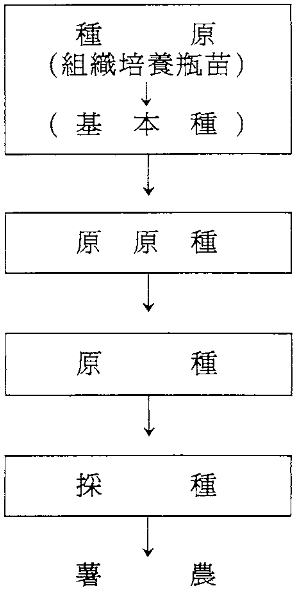
別植物接種檢查，自此開啓本省馬鈴薯健康種薯之繁殖與檢查體制[1]。

內　　容

馬鈴薯以種薯繁殖，繁殖的數量無法與以種子繁殖者相比較，繁殖的倍數僅10倍左右[5]，若以種植面積推算回去，需要相當大量的組織培養苗及大的田區來繁殖健康種薯；生產大量的組織培養苗需要相當多的人力、物力，又本省地狹人稠，作物多樣，要選擇夠大、可隔離且適於馬鈴薯生長的地點實在困難，故師法歐美等國，於1972年將種薯的繁殖自組織培養育成之基本種原後又分成原原種、原種和採種的三級繁殖模式(圖一)[5,6,9,19,21]，以降低生產成本，唯種薯在田區經歷的代數越多，品種發生變異及受病害再感染的機會就越大，因此需經嚴密的檢查以確保健康種薯之品質，增加農民收益。茲將各級種薯繁殖與檢查情形說明於后：

一、種原之培育

以組織培養培育之馬鈴薯瓶苗[2,17,20,22,24]是爲種原，種原結小球後移入溫室內無土栽培，收穫之種薯即爲基本種球[3]。本省馬鈴薯健康種薯繁殖體系自1972年建立以來，初由中央研究院進行組織培養及基本種之繁殖，1981年技術轉移改由種苗改良繁殖場負責繁殖迄今；種原檢查則初由中興大學盧耀村博士以病毒病害之抗血清、判別植物接種、電子顯微鏡等方式進行檢查[9,10,12,18]，檢查所使用之抗血清種類有CMV、FD、KM、KC、TMV、ToMV、PLRV、PVA、PVM、PVS、PVX、PVY(M)和PVY(N)等，1990年開始由種苗場自行負責檢查。



圖一、本省馬鈴薯三級繁殖模式

Fig 1. Three classes for the propagation of seed potatos.

二、原原種之繁殖

切取經過休眠開始發芽之基本種，植入簡易網室，即屬原原種繁殖[3,5,6,10]，原原種數量並不多，爲增加繁殖倍數及減少感病情形，多以64網目之防蟲網建成網室於土壤中栽培。原原種之繁殖初由臺大梅峰農場負責，1977年由新竹區農業改良場(現改爲桃園區農業改良場)接辦，1981年由於整體考量又改由種苗場負責繁殖迄今，早期皆依基本種母系編號依序繁殖，但因田間操作困難：增加田間種植時間、防礙田間除草、施藥及標示易倒伏造成混淆等原因，而取消母系編號。

生長期間需進行田間檢查，田間檢查分別於初期、中期、後期施行，至少三次，種薯採收前各單株尙需行血清檢查[4,5,6,10]；早期檢查工作由新竹改良場負責，僅行田間檢查，1976年農林廳農產科種子技術股與商品檢驗局動植物檢疫科合作製造血清，開始以抗血清進行檢查[1,10,15,16,18,25]，1978年改與中興大學合作，抗血清之種類多爲當時本省馬鈴薯發生較普遍且嚴重之病毒，最初有KF、PVX、Rugose、PVY(M)、PVY(N)及小葉等，並採用較爲簡單之載玻片沉降反應法檢查[10,15]，1986年改以外購之酵素聯結抗體反應組(ELISA kit) 進行三明治式酵素聯結抗體反應法檢查[4,11,13,18,22,24]，初期採用本省較常發生的病毒PVA、PVM、PVS、PVX、PVY五種，近年又增購APLV、APMV、CMV、PLRV、ToMV、TRV、TSWV與細菌輪腐病CS等數種。

原原種原依母系採樣檢查，除病株確定者得拔除外，與病株同一母株者或與病株葉片接觸者亦得拔除，拔除之植株及種薯應銷燬或送研究單位研究用，以確保種薯健康，後因取消母系編號，故各單株均行血清檢查。1990年又增加種薯收穫後之血清檢查，收穫後之種薯逢機取樣，於發芽後取其芽體以上述抗血清使用同樣三明治式酵素聯結抗體反應法進行檢查。

三、原種之繁殖

原原種經檢查合格所生產之種薯，於適當開放且隔離之田區繁殖即爲原種[5,6,10]，爲恐開放式栽培較易傳得病害，生長期多較一般栽培者短，僅約70至90天即行採收。原種首由新竹場於新竹伍峰種植，稍後改由豐原市農會於山區繁殖，1983年因種薯數量常感不足並爲分散種薯生產風險，加入斗南鎮農會，由豐原市農會和斗南鎮農會於夏季山區隔離栽培，此者可縮短種薯生產時間，種薯不需冷藏，少同科植物而減少病害傳染原及病毒病害之侵害，惟夏季多颱風，山區交通不便，灌溉不易，不易就近照料，生長期延後種薯得催芽處理，又軟腐、青枯、疫病或線蟲等病害會家受氣候、土壤等因素致使爲害加重，故由1989年開始改由二農會於冬季選擇隔離處所或於網室內栽培，雖方便就近照顧，但冬季同種或同科植物多、外界傳染原多、網室光照不足、耕作不易、溫度升高、高溫病蟲害發生嚴重及拉長種薯生產時間等亦值得注意[10]。

田間檢查與原原種同，至少三次。初期由新竹場負責田間檢查工作，後移由種子股辦理，遇可疑株時可進行血清檢查，1977年因種薯發病嚴重，遂改於採收前以原種母株爲單位，

抽樣選取一株進行血清檢查，檢查方法及血清種類皆與原原種同，使用KF、PVX、Rugose、PVY(M)、PVY(N)及小葉等抗血清以載玻片沉降反應法檢查[10,15]，但因標示牌易於田間混淆或遺失，造成取樣困難而改以田區爲單位，逢機取樣進行血清檢查，但因自血清檢查開始，連年無法通過，致無種薯可供使用，1983年遂又取消血清檢查；惟僅田間檢查對於新型病毒、複合感染病毒或潛伏性病毒等病害難以掌握，故於1989年開始以田區或網室爲單位逢機取樣進行葉片之血清檢查，採用PVX、PVY、PVS、PVA及PLRV酵素聯結抗體反應組進行三明治式酵素聯結抗體反應法檢查以爲參考[4,11,18,23,25]。1990年亦採行種薯收穫後血清檢查，取樣與檢查方式與原原種完全相同。

四、採種之繁殖

原種經檢查合格所生產之種薯，於適當生長季節以開放且隔離之田區繁殖是爲採種[5,6,10]，一般多於冬季二期與一期水田間之休閑期間繁殖。採種自始即由豐原市農會負責繁殖迄今，僅於1983年增加斗南鎮農會，以分擔採種工作之風險與增加種薯生產量。

採種不進行血清檢查，僅辦理田間檢查，田間檢查與原原種、原種皆同，至少三次。早期由新竹場負責田間病株拔除及病害粗估工作，再由種子股田間檢查，1977年開始改由農會自行負責病株拔除，而仍由種子股負責田間檢查。1990年亦採行種薯收穫後血清檢查，取樣與檢查方式與原原種、原種完全相同，經檢查合格所生產之種薯爲採種種薯，供應一般農民或契作農戶生產用。

五、檢查標準與檢查成果

檢查標準於1972年訂定以來，僅於1983年視實際需要加以修訂後延用至今，可分爲田間檢查、種薯檢查與血清檢查等三部分[7]。田間檢查通常於植株生長初期、中期和後期至少各實施一次，初期注意隔離、輪作、品種純度和種薯帶病情形，中期觀察田間病害發生情形和計算田間病害發病之百分率，後期則注意田間管理和病蟲害防治，並建議繁殖單位適當採收時期，檢查人員可依需要酌情增加田間檢查次數，田間檢查之標準如下：

檢查項目	原原種 (%)	原種 (%)	採種 (%)
其他品種	0	0	0
病毒病害	0	3	5
萎凋病	0	0	0
瘡痂、黑痣、炭疽、疫病	0	5	10
缺株	-	20	20

種薯採收前之血清檢查除原原種規定不得發現病株外，餘與各級繁殖田所行之種薯收穫後血清檢查皆僅供檢查人員參考，尙無標準可供遵行；另於種薯採收時檢查人員得就地進行種薯檢查，收穫之種薯不得過大、過小，種薯並不得有損傷、腐爛、腫瘤等情形發生。不合乎當級檢查標準之繁殖田種薯，若合乎下一級之檢查標準時，可降級使用，如不合乎原原種檢查標準者得降至原種用，不合乎原種檢查標準者得降至採種用，不合乎採種檢查標準者僅供為食用薯。

各級繁殖田之歷年檢查結果，原原種多行單株檢查，病株易監控，且抗血清檢查若發現病株即予拔除銷燬，故合格率多達100%(表一)；原種於1984年以前因採抗血清檢查，多無法合格，後僅行田間檢查，且增加一繁殖農會，種薯通過檢查情形較爲改善，合格率平均可達89%以上，分析不合格原因有夏季山地氣候及作物相與冬季平地大不相同，常發生細菌性青枯或軟腐病，偶而疫病或線蟲爲害亦十分嚴重，但1989年斗南鎭農會採冬季搭蓋平地網室，豐原市農會採冬季平地隔離栽培後，因冬季茄科作物多，隔離不易，網室管理亦不簡單，合格率平均又趨降低(表二)； 採種則因1984年以前使用種薯皆爲不合格原種種薯，故無法通過參考性檢查，自斗南農會加入種薯繁殖後，情況略有改善，合格率平均約65%(表三)，不合格原因有田區擴張太大、管理人員不足、管理不易、採種田區與一般田區混雜、隔離不佳、採種田區地勢不佳、排水不良或該年氣候異常，病蟲害猖狂等。

表一、臺灣地區馬鈴薯原原種各年度繁殖及檢查成績統計表
Table 1. Annual totals of the propagation and detection on the foundation seed potatos in Taiwan

年度	合格面積 (公頃)	申請面積 (公頃)	種薯合格量 (公斤)	合格率 (百分比)
1979	0.07	0.10	657	70
1980	0.10	0.10	-	-
1981	0.10	0.10	1,306	100
1982	0.10	0.10	1,621	100
1983	0.10	0.10	1,144	100
1984	0.10	0.10	2,291	100
1985	0.10	0.10	2,400	100
1986	0.10	0.10	1,941	100
1987	0.16	0.25	587	64
1988	1.05	1.06	2,275	99
1989	0.20	0.20	2,290	100
1990	0.20	0.20	3,108	100
1991	0.28	0.28	4,050	100
1992	0.48	0.48	4,650	100
1993	0.47	0.47	6,370	100

表二、臺灣地區馬鈴薯原種各年度繁殖及檢查成績統計表
Table 2. Annual totals of the propagation and detection on the stock seed potatos in Taiwan

年度	合格面積 (公頃)	申請面積 (公頃)	種薯合格量 (公噸)	合格率 (百分比)
1980	0.00	0.90	0.0	0.0
1981	0.00	1.20	0.0	0.0
1982	0.00	1.00	0.0	0.0
1983	0.00	2.60	0.0	0.0
1984	1.53	1.53	11.8	100.0
1985	2.20	2.20	23.6	100.0
1986	1.01	1.91	14.4	52.9
1987	3.13	3.13	31.2	100.0
1988	0.85	1.05	12.0 (#3.50ha)	81.0
1989	2.55	2.55	15.3	100.0
1990	2.92	3.92	29.0 (#0.30ha)	74.5
1991	3.05	3.45	42.7 (#0.18ha)	88.4
1992	2.55	2.70	45.7	94.4
1993	1.60	3.50	13.2	45.7

註：# 表種薯雖經檢查合格，但繁殖單位未申報種薯數量。

結　論

近年來本省由於馬鈴薯加工業的蓬勃發展，且與農方契作，產銷管道順暢，大幅提高了農民種植馬鈴薯的意願，隨著農民教育水準的提高，農民要生產高產質佳的馬鈴薯，必得選用健康種薯來降低生產成本，增加產量以提高收益，因此造成馬鈴薯健康種薯供不應求，爲了確保種薯之品質，應確立種薯由上而下的繁殖制度，除基本種可原地多次繁殖外，餘因本省地處亞熱帶地區，病蟲害終年不斷，田間多繁殖一次，罹病之機會即增多一分，故應避免重複繁殖，又目前所採行之原種於冬季平地隔離栽培，其時正逢馬鈴薯及其他茄科作物一般田之栽培季節，甚難做到眞正隔離，爲供應確實優良的健康種薯，原種仍宜部分於夏季高冷山地栽培之。

檢查方面除檢查單位之檢查應具公信力，檢查標準宜隨著種薯繁殖田所在地之氣候、風向及病害預測隨時機動調整，力求生產種薯能夠合乎健康的要求，繁殖單位亦應配合檢查單位，積極培育專業的田間人員，瞭解病蟲害的發生情形，預先拔除病株，否則僅依賴檢查單位的少數人力，無法完全監控種薯品質，同時消費者時代來臨，薯農是健康種薯的消費者，理應負起監督繁殖單位的責任，此外薯農對於栽培技術方面還應多接受講習與訓練，方能使自1972年以來建立的健康種薯繁殖與檢查體系，歷經多年的改進與調適後，成爲其他健康種薯或種苗生產的良好模式。

表三、臺灣地區馬鈴薯採種各年度繁殖及檢查成績統計表
Table 3. Annual totals of the propagation and detection on the extention seed potatos in Taiwan

年度	合格面積 (公頃)	申請面積 (公頃)	種薯合格量 (公斤)	合格率 (百分比)
1979	0.00	2.60*	0	0.0
1980	0.00	4.50*	0	0.0
1981	0.00	10.00*	0	0.0
1982	0.00	10.00*	0	0.0
1983	0.00	5.00*	0	0.0
1984	0.52	15.52	8	3.4
1985	24.25	34.20	125	71.0
			(#16ha)	
1986	14.95	30.95	243	48.3
1987	53.01	58.48	1,160	90.6
1988	12.68	25.78	403	49.2
		(*10.10)	(# 2ha)	
1989	19.20	26.40	347	72.7
1990	16.80	25.29	215	66.4
		(+ 0.60)	(+ 8.5)	
		(* 3.88)		
1991	34.69	39.87	810	87.0
		(+ 0.40)	(+ 6.0)	
	(* 6.50)	(* 6.70)		
1992	36.41	45.43	722	80.1
1993	27.52	33.12	525	83.1

註：* 表原種種薯不合格，為免農民無種薯可用，仍申請權充採種田繁殖，並行參考性檢查。
+ 表原種種薯雖不合格，但合乎採種之檢查標準，故降級為採種田及採種種薯。
# 表種薯雖經檢查合格，但繁殖單位未申報種薯數量。

謝　　辭

馬鈴薯健康種薯之繁殖與檢查工作，多年來與中興大學、種苗改良繁殖場於種苗生產計畫下接受農委會長期經費支援，謹謝。

參考文獻

1. 王博仁，盧耀村，1973. 感染毒素病馬鈴薯組織培養治療法。中國生物科學2：19-24。
2. 何偉真，1988. 植物組織培養在種苗事業上之應用。園藝種苗產銷技術研討會專集28-40

。

3. 何偉眞、廖文偉、蕭芳蘭、廖玉珠、楊佐琦、呂勝利；1990. 馬鈴薯優良種薯生產改進。蔬菜作物試驗研究彙報6：9-11。
4. 吳榮，盧耀村，1991. 馬鈴薯種薯繁殖圃之病毒檢查。植保會刊33：424-425 (講旨)。
5. 陳培昌，1988. 馬鈴薯無病毒種薯繁殖技術。園藝種苗產銷技術研討會專集41-68。
6. 陳培昌. 1985. 馬鈴薯優良種薯生產技術。臺灣省政府農林廳編印 農民淺說三四七A-園藝七七。
7. 臺灣省政府農林廳. 1982. 臺灣省作物種子檢查事項輯要。62-63。
8. 臺灣省政府農林廳 臺灣農業年報。
9. 盧慶輝，盧耀村. 1987. 加工用馬鈴薯品種之病毒鑑定及健康種原之培育。植保會刊29：444-445(講旨)。
10. 盧耀村、林俊義、許芳源；1992. 馬鈴薯無病毒種原之培育與應用。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊325-347。
11. 蕭芳蘭，鄧汀欽；1987. 利用ELISA偵測馬鈴薯病毒之應用。植保會刊29：448（講旨）。
12. Bravo-Almomacid, F., Haim, L., and Mentaberry, A.1992. Rapid immunological detection of potato viruses in plant tissue sequashes. Plant Dis. 76：574-578.
13. Clark, M. F., and Adams, A.N. 1977. Characteristics of the microplate metnhod of enzyme-linked immunosorbent assay for the detect [on of plant viruses. J. Gen. Virol. 34：475-483.
14. kDe Bark, J. A. 1972. Viruses of potatoes and seed-potato production Centre for Agric. Publishing and Ducumentation. 57-46.
15. Fribourg, L. E., and Nakashima, J. 1984. An improved latex agglutination test for rotine detection of potato viruses. Potato Res. 27：237-249.
16. Gnutova, R. V., and Krylov, A. V. 1975. Serlogical studies of potato viruses X,Y,A, and acuba mosaic. (2)Preparation of diagnostic antisera. Acta Phytopath A. Sc. Hungaricae 10：195-201.
17. Goodwin, P. B., Kim, Y. C., and Adisarwanto, T. 1980. Propagation of potato by shoot-tip culture. (1) shoot multiplication. Potato Res. 23：19-24.
18. Gudmestad, N. C. 1991. A historical perspective to pathogen testing in seed potato certification. Potato J. 68：99-102.
19. Hooker, W. J. 1981. Compedium of potato diseases. A. P. S. 103pp.
20. Murashige, T. 1974. Plant propagation through tissue cultures. Ann. Rev . Physiol. 25：135-166.
21. Rich, A. E. 1983. Potato diseases. Academic press 186pp.

22. Roca, W. M., Espinoza, N. O ., Roca, M. R., and Bryan, J. E. 1978 . A tissue culture method for the rapid propagation of potatoes. Am. Potato J. 55 : 691-701.

23. Singh, R. P., and Somerville, T. H. 1992. Evaluation of enzyme-amplified ELISA for the detection of potato virus A. M. S. X. Y and leafroll. Potato J. 69 : 21-30.

24. Steven, A. S. 1980. Pathogen-free plant by meristem-tip culture. Plant Dis. 64 : 14-17.

25. Zink, R. T. 1991. Pathogen detection in seed potatoes. Potato J. 68 : 103-105.

The Propagation and Certification on Seed Potato

Yung Wu
Taiwan Provincial Seed Testing Laboratory, Wufeng, Taichung, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

The system of propagation and certification of seed potato was first established in 1972 after the technology of tissue culture on potato had been developed. Three classes of seed potato are included in this multiplication program, i.e., foundation, sotck, and extension seed potatoes. Basic seed potato, produced by *in vitro* micropropagation techniques, and foundation potato are multiplied by Taiwan Seed Improvement and Propagation Station. Both stock and extension seed potatoes are produced by Fengyuan and Tounan Farmers' Associations. Except basic seed potato, the three classes of seed potato are certified by Taiwas Provincial Seed Testing Laboratory with 3 on-site field inspection. Antiserum detection is also conducted on tubers at the time of harvest. For foundation seed potato, an addition antiserum test is carried out on leaf samples prior to harvest. This paper presents and discusses the set-up and implementation of the current propagation and certification system of seed potato in Taiwan. Results of certification for the past 15 years are also presented.

(Key words : Seed potato, multiplication, certification.)

不同山藥品系之生產與品質研究

劉新裕 王昭月 宋麗梅 徐原田
台灣省農業試驗所

摘　要

優良種原之引進爲本省山藥品種改良與生產利用之首要工作。在已蒐集之90品系中，有40個爲*D. alata*品系，其中70W04及70W05特具生產潛力，此二品系之公頃產量可達40t/ha以上；具30t/ha以上生產力的有10品系，如山藥台農1號及70W01等；另有4品系之產量在20t/ha以上。在23個*D. alata* var. *purpurea*品系中，較具生產潛力的爲70R01及70R08，二品系之公頃產量可達23t/ha以上。在6個*D. esculenta*品系中，71W19有29t/ha之生產潛力。71W14爲5個*D. rotundata*品系中較高產之品系，有22t/ha之產量。除了未經種原鑑定之10品系外，在其他山藥物種中，較具高產潛力的爲*D. bulbifera*之71W21，產量可達25t/ha。屬於*D. alata*之山藥台農1號及70W04之塊莖肉部色白，屬於*D. alata* var. *purpurea*之70R01則色紫紅，三品系同具高產傾向。由台中地區經三個連續栽培年度及1992年在三個不同地區之產量比較結果可知，70W04及山藥台農1號同具31t/ha以上之高產表現，且甚穩定。由不同海拔之試驗結果可知，較高海拔(850m)似對70W04及山藥台農1號塊莖性狀及產量之影響較大。另由品質之比較結果可知，70R01具有較山藥台農1號及70W04爲高之蛋白質、脂肪、粗纖維及灰分成分，其P、Mg、Fe及Ca之含量亦較高，惟塊莖較易褐變且粘度劣變較快，是其缺點。

(關鍵詞：山藥、產量、品質)

前　言

山藥爲薯蕷科(*Dioscoreaceae*)薯蕷屬(*Dioscorea*)之蔓性植物，爲我國及國際上重要之根莖作物多[3,5,18-20]多。1991年全球山藥之生產量即達23.9×10^6t(16)，係糧食中澱粉及蛋白質之重要供源[14]。薯蕷屬植物共有600多種[4,9,10]，其中約有60種可供食用。所有山藥物種中以*D. alata* L.、*D. rotundata* (L.) Poir.、*D. esculenta* (Lour) Burk.、*D. cayenensis* Lam. 及*D. bulbifera* L.之分佈最廣與利用最大[17]；惟就東亞而言，*D. batatas* Decne. 及*D. japonica* Thunb. 之利用較爲久遠且普遍；而就本省而言，*D. alata* L. (大薯或田薯)、*D. alata* L. var. *purpurea* (Roxb.) M. Pouch. (紫田薯) 、*D. japonica* Thunb. var. *pseudojaponica* (Hay.) Yamamoto (基隆山藥) 及*D. doryophora* Hance(恒春山藥)亦頗具品種與利用特色。這些物種各別含有或多或少之相關品種，種類十分繁雜，以*D. alata*爲例，其品種數即達數千種之多[17]。已命名推廣之山藥品種山藥台農1號，即屬於*D. alata*之優良栽培品種[13]。山藥台農1號具有栽培及採收容易、生長旺盛、適應力强、產量高而穩

定及品質優越之優點，其塊莖大小適中，皮薄、肉厚、色白、多粘液質，含澱粉、蛋白質及多種必需胺基酸，另具礦物元素及維生素等成分，營養價值甚高，可供食用、加工用及藥用[11,13]。其他山藥品種如基隆山藥、恒春山藥、紫田薯及日本引進種[8]等在本省栽培生產也有一段時間，栽培技術正不斷改進，其產量及品質也都有相當不錯的表現，值得繼續研發推廣。

多數山藥品種皆不開花，開花品種則大半皆為雌雄異株，且多具不稔性，不易進行雜交育種[17]，惟可利用塊莖及零餘子等進行無性繁殖，故本所多年來即致力於山藥種原之蒐集，以篩選優良山藥品系，改進其栽培方法，及開發多元化加工技術與產品[1,2,12]。本所山藥種原之蒐集始自1960年代，至今種原蒐集總數共90種，其中67種屬於白肉山藥系統，23種為紅肉山藥。由本所歷年山藥品系觀察與比較結果[2,11-13]可知，70W04及山藥台農 1號等22品系為40個 *D. alata* 之較高產品系，70R01等13品系為23個 *D. alata* L. var. *purpurea* 之優良品系，其他山藥物種之代表品系如 *D. esculenta* 之71W19、*D. rotundata* 之71W14 、*D. bulbifera* 之71W21、*D. batatas* 之71W20、*D. japonica* 之81W04、*D. pseudo-japonica* 之81W03及 *D. doryophora* 之82W02，皆各具品種特色。以產量及品質來評估上述種原，*D. alata* 之70W04及山藥台農1號同為白肉山藥類高產質優之代表品系，*D. alata* var. *purpurea* 之70R01為紅肉山藥類優良之代表品系。

本研究將取用本所山藥各物種之優良品系，比較同一種內及不同種間品系之生產差異，同時將探討不同栽培年度、不同栽培地區及不同海拔對70W04等高產質優三品系塊莖性狀與產量之影響，期能選育更優良山藥品系，及建立更佳栽培技術與模式，供農民生產利用之參考。

材料與方法

㈠材料：

本所已蒐集、保存及評估之90個山藥品系，分別屬於下列各物種：*D. alata* 、*D. alata* var. *purpurea* 、*D. esculenta* 、*D. rotundata* 、*D. bulbi-fera* 、*D. batatas* 、*D. japonica* var. *pseudojaponica* 、*D. doryophora* 及其他 *D.* spp.(表1)。

㈡方法：

D. alata 與 *D. alata* var. *purpurea* 不同品系間及 *Dioscorea* 屬不同種間生產力之比較：以本所現有之⑴40個 *D. alata* 品系中取用山藥台農1號等22品系(表2)；⑵23個7D.alata1 var. *purpurea* 品系中取用70R01等13品系(表3)；及⑶*Dioscorea* 屬已知九個物種中各選定一優良代表品系，即 *D. alata* 之山藥台農1號(Tainung NO.1)、*D. alata* var. *purpurea* 之70R01、*D. esculenta* 之71W19、*D. rotundata* 之71W14、*D. bulbifera* 之71W21、*D. batatas* 之71W20、*D. japonica* 之81W04、*D. pseudojaponica* 之81W03及 *D. doryophora* 之82W02共九品系(表4)。利用上述三組材料之70g薯塊，於1992年在本所農場分別進行品系

間一年生塊莖性狀與產量之比較試驗。種植行株距爲100×30cm，每一品系三行植，行長4m，試驗設計爲RCBD，三重複。肥料用量爲牛糞有機肥5,000kg/ha、化學肥料爲硫酸銨430kg/ha、過磷酸鈣330kg/ha及氯化鉀150 kg/ha。有機肥料之施用將有提高山藥產量之優點[2,7]。1/3量硫酸銨與全量之牛糞、磷肥及鉀肥於整地時混施土中，供作基肥，另兩次氮肥量施於萌芽後2及4個月。試驗區畦面在種植前先覆蓋銀黑色塑膠布，先依株距打洞再種植。試驗期間定期進行中耕除草及病蟲害防治工作，主要防治對象爲炭疽病及紅蜘蛛二類。調查項目爲塊莖長度、寬度、厚度、單株薯粒及薯重，以及公頃產量。

二年生不同山藥品系塊莖性狀與產量之比較：於1991年由 *D. alata* 及 *D. alata* var. *purpurea* 具高產潛力之品系中各選出8品系(表5)，取其塊莖(70g)在本所農場進行爲期兩年之栽培試驗，以比較品系間一、二年生塊莖性狀與產量之差異。種植與施肥方式、田間設計、重複次數、管理工作及調查項目悉如前項。

不同栽培年度對高產山藥品系塊莖性狀與產量之影響：於 1990、1991 及1992 連續三年在台中本所農場進行，取用70W04、70R01及Tainung №1 之70g薯塊爲材料。種植、管理與施肥方式、田間設計、重複次數及調查項目悉如第一項。

不同栽培地區對高產山藥品系塊莖性狀及產量之影響：於1992年在台中本所農場、桃園區農業改良場新屋本場及花蓮區農業改良場吉安本場進行。除桃園場只取用70W04及Tainung №1外，餘皆取用前項三種高產山藥之種薯爲材料。種植、管理與施肥方式、田間設計、重複次數及調查項目悉如第一項。

不同海拔對山藥塊莖性狀與產量之影響：於1990年在埔里台糖副產廠農場(600m)及1992年在本所羅娜種原圃(800m)進行，取用上述三種山藥之種薯。種植、管理與施肥方式、田間設計、重複次數及調查項目亦如第一項。

一般成分分析[6]：水分以105℃六小時乾燥法測定。脂肪乃利用Soxhlet裝備以石油醚萃取求得之粗脂肪表示之。粗蛋白質之測定採用semi-micro Kjeldahl 方法，經分解、蒸餾及滴定等步驟計算出總氮量，再換算成粗蛋白質，換算係數爲6.25。粗纖維測定乃樣品經弱酸、弱鹼及酒精處理，於灰化後計算其失重即爲粗纖維。灰分測定乃樣品在600℃燃燒去盡有機物，留下之絕大部分無機物即爲灰分。NFE值爲100減去含水率、粗蛋白質、粗脂肪、粗纖維及灰分之餘值，其內除含少量有機酸外，大部分爲碳水化合物。礦物元素含量測定乃樣品加入三酸混合液即HNO_3：$HClO_4$：H_2SO_4＝4：1：1 (v/v)，靜置後加熱分解、過濾並定量，或樣品加入1 N HCl靜置24小時並過濾，之後皆定量成50ml，並以焰光分析法分析K，以原子吸光法測Ca、S、Mg、Fe、Mn、Cu及Zn，以鉬黃法測P。

粘度與色度之檢定：黏度測定爲取用100g去皮新鮮山藥加3.5倍水後，以果汁機打1分鐘，利用Brookfield viscometer測定10分鐘。色度之測定乃利用日本Tokyo Denshoku公司出品之Color Difference Meter(Model TC-6FX)色差儀，測山藥塊莖肉部之L、a、b值，L值愈大表示愈亮愈白，+a值表示紅色度，負值表示趨於綠色，+b值表示黃色度，負值表示趨於藍色。

上述成分與品質分析過程中，每處理皆隨機取樣適當量3～4重複，調查分析後再以平均值表示之，同時進行變方分析，並利用 LSD 法比較平均值差異之顯著性。

結果與討論

一、山藥重要種原之蒐集與利用：

山藥種類繁多，在基因保藏庫中已知即有8,200件，仍有爲數眾多之相關品種尙待收集(15)。由於多數山藥皆具不孕性，故重要種原之能否順利蒐集，應爲本省山藥品種改良與生產利用之首要工作。多年以來本所即透過各種管道致力於山藥種原之蒐集工作，至今已由國內外引進90品系，其中以 *D. alata* 最多，有40品系,其次爲 *D. alata* var. *purpurea* 有23品系，*D. esculenta* 有6品系、*D. rotundata* 有5品系、*D. japonica* 有2品系，其他之種原如 *D. bulbifera*、*D. batatas*、*D. pseudojaponica* 及 *D. doryophora* 各只有1品系，此外另有10品系之學名尙待鑑定(表1)。這些種原除了先行繁殖、觀察及進行性狀與產量之調查外，同時另進行開花習性、早熟性、抗病或抗蟲性、成分分析及其他特殊性狀的篩檢工作。在上述物種中，*D. rotundata*、*D. bulbifera*、*D. pseudojaponica* 及 *D. doryophora* 爲少數具開花結果能力之種原，將可供爲雜交育種之材料，以培育具優良性狀之新品種。其他種原經初步篩選與品質分析後，有不少品系具備高產質優特色，可供進一步開發與利用。針對尙待鑑定之種原，本所正利用同功異構酶電泳法，及其他技術如random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers，試行分析鑑定中。

表 1：農業試驗所收集及保存之山藥種原
Table 1：The germplasm of yam (*Dioscorea* spp.) collected and conserved by TARI

Species	Variety & Line(No)	Percentage (%)
D. alata	40	44.4
D. alata var. *purpurea*	23	25.6
D. esculenta	6	6.7
D. rotundata	5	5.6
D. bulbifera	1	1.1
D. batatas	1	1.1
D. japonica	2	2.2
D. japonica var. *pseudojaponica*	1	1.1
D. doryophora	1	1.1
D. spp.	10	11.1
Total	90	100.0

二、*D. alata*不同品系生產力之比較：

在40個*D. alata*品系中，單株塊莖平均收量在400g以上，即公頃產量在13t/ha 以上的有22品系，其一年生塊莖性狀與產量之比較結果列如表2。由表2資料可知，單株平均塊莖收量在1,000g以上的有8品系，收量在800～1,000g的有6品系，在600～800g的2品系，在400～600g的有6品系。收量最高的爲70W04及70W05二品系，依次各有1,244.5及1,213.3g重。單株平均塊莖數目介於1.3～6.0粒之間，以70W13之6粒最多，其次爲70W05之4.3粒及74W01之4.0粒。單粒塊莖平均重量最大的爲70W01(904.9g)、70W16(872.1g)及70W07(871.8g)3品系。塊莖長度在30cm以上的有3品系，在10cm以下的有2品系，其餘17品系介於11～29cm之間。塊莖寬度介於3～14cm之間。在厚度方面則以台農1號之10.2cm最厚，70W16 之9.2cm次之，其他品系介於 3.1～7.8cm之間。在這些*D. alata*品系中，特具生產潛力的爲70W04及70W05二品系，其公頃產量可達 40t/ha 以上，具30t/ha 以上生產力的有山藥台農1號、70W01、70W06、70W07、70W15、70W16、74W01、74W02、74W03及80W01等10品系，其餘有4品系之產量在20t/ha以上，另有6品系之產量較低，惟皆在13.3t/ha以上(表2)，亦較高於1991年世界山藥之平均產量9.39t/ha(16)。

三、*D. alata* L. var. *purpurea*不同品系生產力之比較：

在23個*D. alata* var. *purpurea*品系中，單株平均塊莖收量在300g以上，即公頃產量在10t/ha左右的有13品系；在400g以上的只有 8品系。其一年生塊莖性狀與產量之比較結果列如表3。由表3資料可知，尙無任何品系之單株平均塊莖收量在900g以上，在700g以上的有2品系，500～700g的有3品系，300～500g的有8品系。收量最高的爲70R01之816.4g，其次爲70R08之720.5g。單株平均塊莖數目介於1.0～6.0粒之間，只有77R01之數目爲6粒，其餘品系皆未超過2粒。單粒塊莖平均重量最大的爲70R01及70R08二品系，依次各有628.0及720.5g。塊莖長度皆小於20cm，介於10～19cm的有10品系，其餘3品系在10cm以下。塊莖寬度以70R01之10.8cm最寬，其他品系介於4.2～9.2cm之間。在厚度方面以70R01及80R01二品系之塊莖較厚，在60mm以上，其餘則介於33.4～59.8mm之間。在所有*D. alata* var. *purpurea*中，較具生產潛力的爲70R01及70R08二品系，其公頃產量可達23t/ha以上，其他品系則介於10.01～18.37t/ha之間(表 3)。

表 2：一年生不同 D.alata 品系塊莖性狀與產量之比較
Table 2 : Comparison on the characteristics and yield of one-year tubers among different lines of yam (*D. alata*)

Lines	Number (No/pl.)	Weight (g/pl.)	Weight (g/tuber)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	Yield (t/ha)
Tainung No.1	2.0^{b*}	1,170.2^{abc}	585.1^{bc}	23.3^{ab}	12.3^{ab}	101.7^{a}	38.62^{abc}
70W01	1.3^{b}	1,176.4^{abc}	904.9^{a}	34.5^{a}	9.8^{abcd}	67.8^{abc}	38.82^{abc}
70W02	2.0^{b}	827.5^{def}	413.8^{cd}	9.0^{ab}	3.2^{e}	31.7^{c}	27.31^{abc}
70W04	2.0^{b}	1,244.5^{a}	622.3^{b}	27.1^{ab}	9.6^{abcd}	62.5^{abc}	41.07^{a}
70W05	4.3^{ab}	1,213.3^{ab}	282.2^{def}	21.5^{ab}	10.6^{abc}	46.6^{abc}	40.04^{ab}
70W06	1.6^{b}	986.7^{abcde}	616.7^{b}	28.1^{ab}	11.0^{abc}	59.2^{abc}	32.56^{bcd}
70W07	1.3^{b}	1,133.3^{abc}	871.8^{a}	31.8^{ab}	11.0^{abc}	62.3^{abc}	37.40^{abc}
70W08	3.0^{ab}	820.0^{def}	273.3^{def}	17.2^{ab}	9.7^{abcd}	61.0^{abc}	27.06^{def}
70W11	2.0^{b}	417.2^{i}	208.6^{f}	13.6^{ab}	8.5^{abcd}	52.5^{abc}	13.77^{i}
70W12	1.3^{b}	480.2^{hi}	369.4^{def}	14.1^{ab}	7.1^{bcd}	41.6^{abc}	15.85^{hi}
70W13	6.0^{a}	795.0^{efg}	132.5^{f}	14.7^{ab}	6.2^{cd}	40.7^{bc}	26.24^{efg}
70W15	3.6^{ab}	1,073.3^{abcd}	298.1^{def}	29.0^{ab}	10.6^{abc}	63.2^{abc}	35.42^{abc}
70W16	1.3^{b}	1,133.7^{abc}	872.1^{a}	20.6^{ab}	13.5^{a}	92.0^{ab}	37.41^{abc}
70W18	2.6^{ab}	460.5^{i}	177.1^{f}	8.6^{b}	7.3^{bcd}	42.5^{abc}	15.20^{hi}
70W20	2.0^{b}	403.1^{i}	201.6^{ef}	32.1^{ab}	4.5^{d}	28.9^{c}	13.30^{i}
70W21	3.3^{ab}	560.0^{fghi}	169.7^{f}	13.8^{ab}	7.1^{bcd}	46.0^{abc}	18.48^{ghi}
74W01	4.0^{ab}	943.3^{bcde}	235.8^{cef}	11.5^{ab}	8.5^{abcd}	77.4^{abc}	31.13^{cde}
74W02	3.0^{ab}	970.0^{abcde}	323.3^{cef}	28.0^{ab}	10.8^{abc}	69.2^{abc}	32.01^{bcd}
74W03	1.6^{b}	1,068.4^{abcd}	667.8^{b}	24.1^{ab}	11.8^{abc}	75.2^{abc}	35.26^{abc}
77W03	1.5^{b}	530.0^{ghi}	353.3^{def}	16.5^{ab}	7.0^{bcd}	50.5^{abc}	17.49^{hi}
80W01	2.3^{ab}	920.0^{cde}	400.0^{cde}	26.0^{ab}	9.8^{abcd}	59.9^{abc}	30.36^{cde}
81W10	2.6^{ab}	723.3^{efgh}	278.2^{def}	22.6^{ab}	7.5^{bcd}	61.3^{abc}	23.87^{fgh}

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

表 3: 一年生不同 D.alata var. purpurea 品系塊莖性狀與產量之比較
Table 3: Comparison on the characteristics and yield of one-year tubers among different lines of yam (*D. alata* var. *purpurea*)

Lines	Number (No/pl.)	Weight (g/pl.)	Weight (g/tuber)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	Yield (t/ha)
70R01	1.3^{b*}	816.4^{a}	628.0^{a}	18.2^{ab}	10.8^{a}	64.2^{a}	26.94^{a}
70R02	1.7^{b}	356.6^{cd}	209.8^{bc}	11.7^{de}	8.8^{a}	54.0^{abcd}	11.77^{cd}
70R04	2.0^{b}	440.0^{cd}	220.0^{bc}	12.5^{cde}	8.8^{a}	49.4^{cde}	14.52^{cd}
70R06	2.0^{b}	556.7^{bc}	278.4^{bc}	19.0^{a}	6.8^{a}	59.8^{abc}	17.66^{bcd}
70R07	1.7^{b}	306.5^{d}	180.3^{c}	8.4^{e}	5.0^{a}	33.4^{g}	10.11^{d}
70R08	1.0^{b}	720.5^{ab}	720.5^{a}	17.5^{abc}	6.0^{a}	52.5^{bcd}	23.78^{ab}
70R09	1.0^{b}	498.8^{cd}	498.0^{ab}	13.2^{bcde}	7.5^{a}	55.1^{abc}	16.46^{bcd}
74R01	1.0^{b}	316.2^{d}	316.2^{bc}	8.5^{e}	6.7^{a}	44.3^{def}	10.43^{d}
77R01	6.0^{a}	556.7^{bc}	92.8^{c}	17.6^{abc}	5.6^{a}	40.6^{ef}	18.37^{bc}
79R01	1.7^{b}	319.7^{d}	188.1^{c}	9.5^{e}	7.3^{a}	37.6^{f}	10.55^{d}
79R02	2.0^{b}	303.4^{d}	151.7^{c}	12.7^{cde}	4.2^{a}	37.4^{f}	10.01^{d}
80R01	1.7^{b}	493.3^{cd}	290.2^{bc}	12.7^{cde}	9.2^{a}	61.0^{ab}	16.28^{bcd}
80R02	1.7^{b}	546.7^{bc}	321.6^{bc}	16.2^{abcd}	8.2^{a}	59.5^{abc}	18.04^{bc}

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

四、*Dioscorea*不同種間生產力之比較：

在九種山藥物種之代表品系中，單株平均塊莖收量在1,000g以上的只有*D. alata*之山藥台農1號，配合其田間成活率為100%，故公頃產量高達38.62t/ha。單株平均塊莖收量在800～1,000g的有*D. purpurea*之70R01 (816.4g)及*D. esculenta*之71W19(890.3g)二品系。單株平均塊莖收量在600～800g者有3品系，即*D. bulbifera*之71W21 (766.7g)、*D. rotundata*之71W14(670g)及*D. japonica*之81W04(610g)，以後者之收量較低，且田間成活率亦低於前二者，故其公頃產量低於18t/ha。單株塊莖平均收量在400g以下的為*D. pseudojaponica*之81W03(375g)、*D. batatas*之71W20(200g)及*D. doryophora*之82W02(132.3g)，*D. doryophora*在台中試區之表現不佳，不但收量最低,且其田間成活率只有60.7%，故只有2.65t/ha之產量。在塊莖數目方面各物種間之差異不大，介於1.0～2.0粒之間。在塊莖長度方面則反之，各物種間之差異明顯，尤以*D. doryophora*之塊莖最長，達82.9cm，*D. pseudojaponica*及*D. japonica*次之，各有50cm及43.6cm之長度，長度在30cm以上者尚有*D. batatas*，其餘則介於13.0～23.3cm之間。在塊莖寬度方面以71W19、71W21及山藥台農 1號較寬，共有4品系達10cm以上，其餘則介於2.6～7.8cm之間。在塊莖厚度方面以*D. alata*及*D. bulbifera*的最厚，達100mm以上，*D. esculenta*次之，而以*D. doryophora*最薄，只有15.4mm。比較各物種參試品系在台中地區之生產力，以*D. alata*之產量最高，有38t/ha以上之生產力。具備20～30t/ha生產力的有*D. esculenta*、*D. purpurea*、*D. bulbifera*及*D. rotundata*四種。具備10～20t/ha生產力的有*D. japonica*及*D. pseudojaponica*。產量在6t/ha以下的為*D. batatas*及*D. doryophora*(表4)。

五、二年生山藥不同品系生產力之比較：

以8個*D. alata*品系及8個*D. alata* var. *purpurea*品系於第一年栽培後不採收，利用宿根方式進行二年期之生長與發育。這些品系二年生塊莖性狀與產量之比較結果列如表5。在8個*D. alata*品系中山藥台農1號、70W04及70W08三品系之單株塊莖平均收量達1,200g以上,公頃產量可達40t/ha以上。單株塊莖平均收量在800g以上者為70W11，公頃產量為26.6t/ha。公頃產量在20t/ha以上的尚有70W12及81W10二品系，其單株塊莖平均收量依次為680及660g。70W18及77W03二品系二年生單株塊莖平均收量最小，故公頃產量亦低。比較表5及表2之結果可知，上述8個*D. alata*不同品系二年生塊莖平均公頃產量為28.51t/ha，較其一年生平均產量24.12t/ha增產18.2%。品系間增產率最高的為70W11之93.0%，其次為70W08之53.3%及70W12之41.6%，70W18為16.5%，山藥台農1號及70W04之增幅不大，依次為5.5%及 3.2%，而77W03及81W10則為負成長，增幅不大及負成長者不值得進行二年生栽培。在8個*D. alata* var. *purpurea*品系中有4品系之生產力在20t/ha以上，另4品系則介於12.1～17.7t/ha之間(表5)。比較表5及表3之結果可知，此8品系二年生塊莖之平均產量為19.30t/ha，較其一年生平均產量15.52t/ha增產24.4%。品系間增產率最高的為70R02及

79R01二品系，皆達1倍以上。70R01則爲負成長，減產率達12.4%。其他品系之增產率介於6.8～22.0%之間。比較二年生 *D. alata* 及 *D. alata* var. *purpurea* 之塊莖性狀可知，以前者之單株平均粒數較多，塊莖較長、較寬且較厚。

表4：薯蕷屬不同山藥品系塊莖性狀與產量之比較

Table 4: Comparison on the characteristics and yield of one-year tubers among different species of yam (*Dioscorea* spp.)

Species & Lines	Weight (g/pl.)	Number (No/pl.)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	Survival (%)	Yield (t/ha)
D. alata							
(Tainung No.1)	1,170.2^{a}*	2.0^{a}	23.3^{bc}	12.3^{a}	101.8^{a}	100.0^{a}	38.62^{a}
D. alata var. *purpurea*							
(70R01)	816.4^{ab}	1.3^{a}	18.2^{bc}	10.8^{ab}	64.2^{bc}	100.0^{a}	26.94^{ab}
D. esculenta							
(71W19)	890.3^{ab}	2.0^{a}	18.2^{bc}	14.1^{a}	82.5^{ab}	100.0^{a}	29.38^{ab}
D. rotundata							
(71W14)	670.0^{bc}	1.0^{a}	20.0^{bc}	7.5^{bc}	69.7^{b}	100.0^{a}	22.11^{bc}
D. bulbifera							
(71W21)	766.7^{b}	1.0^{a}	13.0^{c}	14.0^{a}	100.4^{a}	100.0^{a}	25.30^{ab}
D. batatas							
(71W20)	200.0^{d}	1.2^{a}	30.7^{bc}	6.3^{bcd}	39.8^{d}	85.7^{ab}	5.66^{d}
D. japonica							
(81W04)	610.0^{bc}	1.5^{a}	43.6^{bc}	7.8^{bc}	45.7^{cd}	85.7^{ab}	17.25^{bcd}
D. pseudojaponica							
(81W03)	375.0^{cd}	1.3^{a}	50.0^{b}	5.3^{cd}	43.8^{d}	96.4^{ab}	11.93^{cd}
D. doryophora							
(82W02)	132.3^{d}	1.0^{a}	82.9^{a}	2.6^{d}	15.4^{d}	60.7^{b}	2.65^{d}

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

表 5: 二年生不同山藥品系塊莖性狀與產量之比較

Table 5: Comparison on the characteristics and yield of two-year tubers among different lines of *D. alata* and *D. alata* var. *purpurea*

Lines	Weight (g/pl.)	Number (No/pl.)	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (mm)	Yield (t/ha)
			A. *D. alata*			
Tainung No.1	1,234.6a*	2.3bc	24.2b	13.0a	97.8a	40.74ab
70W04	1,284.5a	3.0a	34.0a	9.1a	64.9bc	42.39a
70W08	1,256.7a	2.3bc	24.0b	11.2a	74.9b	41.47ab
70W11	805.0b	3.5a	14.5c	8.5a	52.5cd	26.57bc
70W12	680.2bc	2.0bc	14.7c	8.2a	43.2d	22.45c
70W18	536.7bc	2.7b	11.5c	7.3a	45.3d	17.71c
77W03	453.1c	1.3c	15.3bc	6.8a	45.8d	14.95c
81W10	660.2bc	2.3bc	20.0bc	6.5a	59.4bcd	21.79c
			B. *D. alata* var. *purpurea*			
70R01	726.4a	1.3b	17.5a	11.2a	59.8a	23.97abc
70R02	790.0a	2.3a	16.0a	8.0ab	55.8a	26.07a
70R04	476.7c	2.3a	14.5ab	9.8ab	52.7ab	15.73cd
70R07	367.6c	2.0ab	10.2b	3.5b	37.4bc	12.13d
70R08	770.0a	1.0b	17.5a	9.5ab	54.6a	25.41ab
70R09	535.1bc	1.0b	12.3ab	5.7ab	55.1a	17.66bcd
79R01	634.3b	2.3a	16.2a	5.3ab	42.3bc	21.23abc
79R02	370.0c	2.0ab	13.0ab	4.5b	35.9c	12.21d

* Means followed by the same letter within the column of each species are not significantly different at 5% level by the LSD test.

六、不同栽培年度及地區對高產山藥品系生產力之影響：

不同栽培年度及不同栽培地區對高產山藥三品系(即*D. alata* 之山藥台農1號與70W04及*D. alata* var. *purpurea* 之70R01)塊莖性狀及產量之影響結果列如表6及7。1990年70W04之塊莖長度達24.8cm，與其他二品系之差異顯著。其寬度6.4cm及厚度5.4cm雖與山藥台農1號相當，但皆明顯小於70R01。70W04每株塊莖之平均粒數爲2.4粒,較少於山藥台農1號，但多於70R01。單株塊莖收量及田間成活率以山藥台農1號及70W04最高，二者之公頃產量可達31t/ha以上，明顯高於70R01。紅肉之70R01單株收量爲861g，但田間成活率偏低，只有78.2%(表6)。

1991年70W04之塊莖長達22.4cm，而塊莖寬度及厚度卻最小，單株粒數爲1.6粒，由於單

株塊莖收量高達1,064g，且田間成活率爲94.5%，故公頃產量可達33.52t/ha。山藥台農1號之單株塊莖收量亦不低(964g)，雖略低於70W04，但因田間成活率較高，故兩者公頃產量之差異不顯著。70R01之單株粒數最低，只1.3粒，其單株塊莖收量雖較低於1990年，但田間成活率則高出11.1%，故公頃產量較1990年爲高，惟仍顯著低於70W04及山藥台農1號。

1992年山藥台農1號有較大之寬度及厚度，70W04塊莖性狀之表現與前二年略同，70R01塊莖之長度、寬度及厚度則偏低。在單株平均粒數方面仍以山藥台農1號最多。70W04及山藥台農1號在單株塊莖收量、田間成活率及公頃產量三方面之表現甚佳，公頃產量依次爲32.43t/ha及31.60t/ha。此二品系由1990至1992三年間在台中地區之產量表現皆甚高而穩定。70R01之產量則較不穩定，在1992年之產量只爲6.53t/ha，主因在於單株收量偏低，及甚差之田間成活率，此二不利現象在以往並不如是嚴重，1992年70R01 有較嚴重之病蟲爲害，或爲原因之一。

1992年70W04及山藥台農1號在其他二地區(桃園及花蓮)塊莖長度、寬度及厚度之表現較台中爲優。70W04在桃園之產量33.03t/ha略高於山藥台農1號，在花蓮由於單株收量及田間成活率略低,致其公頃產量27.63t/ha顯著低於山藥台農1號。山藥台農1號之公頃產量在此二地區都相當高，花蓮區產量達34.75t/ha，桃園區爲32.47t/ha。70R01在花蓮區之單株塊莖收量高達1,150g，雖其田間成活率只爲75.6%，仍有29t/ha之生產潛力(表7)。

綜合比較表6及表7之結果可知，在1990至1992三個栽培年度及台中、桃園與花蓮三個不同地方，70W04及山藥台農1號之平均公頃產量依次爲31.54及33.18t/ha，甚爲高產，70R01則爲20.53t/ha(後者未參加桃園地區試驗)。比較三品系在三個栽培年度及三個地方之產量穩定性，以70W04與山藥台農一號較佳，其產量變異係數分別爲7.5%及5.86%，皆低於10%，而最高產量與最低產量之差分別爲5.89t/ha及4.34t/ha。紅肉品系70R01產量表現較不穩定，最高與最低產量差達22.45t/ha，變異係數亦高達47.42%。

七、不同海拔對高產山藥品系生產力之影響：

不同海拔對三種高產山藥塊莖性狀與產量之影響結果列如表8。塊莖長度仍以70W04較高，山藥台農1號則最小，70R01之塊莖長度雖介於其中，卻具有最大的寬度及厚度。在單株塊莖平均收量方面，1990年埔里地區以70W04之538g表現較佳，產量爲15.55t/ha。山藥台農1號之單株收量只392g，雖有最高田間成活率，產量只爲13.07t/ha，次於70W04。在1992年羅娜地區以紅肉之70R01表現最佳，單株塊莖收量爲593g，公頃產量爲13.72t/ha。海拔所形成之環境變化對參試山藥塊莖產量之影響甚大，對 *D. alata* 山藥品系之影響尤甚，海拔愈高產量愈低，可能與其源自熱帶地區不喜低溫有關。

表 6. 台中地區不同栽培年度對山藥塊莖性狀與產量之影響

Table 6. Effect of different cultivation years on the characteristics and yield of tuber among three yam genotypes at Taichung area

Genotype	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	Number (No/pl)	Weight (g/pl)	Survival (%)	Yield (t/ha)
			A. 1990				
70W04	24.8[a*]	6.4[b]	5.4[b]	2.4[b]	932[ab]	100.0[a]	31.07[a]
70R01	15.6[b]	12.2[a]	7.5[a]	1.2[c]	861[b]	78.2[b]	22.44[b]
Tainung No.1	16.2[b]	7.4[b]	5.6[b]	3.2[a]	1,071[a]	100.0[a]	35.70[a]
			B. 1991				
70W04	22.4[a]	8.6[b]	5.8[b]	1.6[b]	1,064[a]	94.5[a]	33.52[a]
70R01	13.2[b]	10.8[a]	6.4[b]	1.3[ab]	812[b]	89.3[b]	24.17[b]
Tainung No.1	14.6[b]	9.7[ab]	8.6[a]	2.8[a]	964[a]	97.6[a]	31.36[a]
			C. 1992				
70W04	22.7[a]	6.3[b]	3.8[b]	2.0[b]	973[a]	100.0[a]	32.43[a]
70R01	12.0[b]	5.3[b]	3.9[b]	1.3[b]	350[b]	56.0[b]	6.53[b]
Tainung No.1	13.2[b]	8.3[a]	6.8[a]	3.1[a]	948[a]	100.0[a]	31.60[a]

* Means followed by the same letter within the column of each year are not significantly different at 5% level by the LSD test.

表 7. 不同栽培地區對山藥塊莖性狀與產量之影響

Table 7. Effect of various locations on the characteristics and yield of tuber among different yam genotypes

Genotype	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	Number (No/pl)	Weight (g/pl)	Survival (%)	Yield (t/ha)
			A. Taichung area				
70W04	22.7[a*]	6.3[b]	3.8[b]	2.0[b]	973[a]	100.0[a]	32.43[a]
70R01	12.0[b]	5.3[b]	3.9[b]	1.3[b]	350[b]	56.0[b]	6.53[b]
Tainung No.1	13.2[b]	8.3[a]	6.8[a]	3.1[a]	948[a]	100.0[a]	31.60[a]
			B. Tauyuan area				
70W04	25.7[a]	9.4[a]	7.3[b]	2.8[a]	991[a]	100.0[a]	33.03[a]
Tainung No.1	18.5[b]	10.1[a]	9.3[a]	2.5[a]	974[a]	100.0[a]	32.47[a]
			C. Hualien area				
70W04	28.5[a]	10.1[a]	5.8[b]	1.3[b]	910[b]	91.1[a]	27.63[b]
70R01	16.3[b]	11.2[a]	7.5[a]	1.8[ab]	1,150[a]	75.6[b]	28.98[b]
Tainung No.1	15.6[b]	10.1[a]	8.8[a]	2.3[a]	1,066[a]	97.8[a]	34.75[a]

* Means followed by the same letter within the column of each location are not significantly different at 5% level by the LSD test.

表8. 不同海拔對山藥塊莖性狀與產量之影響
Table 8. Effect of different altitudes on the characteristics and yield of tuber among three yam genotypes

Genotype	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)	Number (No/pl)	Weight (g/pl)	Survival (%)	Yield (t/ha)
			A. 600m (Puli, 1990)				
70W04	20.9 [a*]	6.2 [b]	3.1 [b]	1.5[b]	538[a]	86.7[b]	15.55[a]
70R01	14.5 [b]	10.9 [a]	6.8 [a]	1.2[b]	428[b]	86.7[b]	12.37[b]
Tainung No.1	11.9 [b]	6.1 [b]	6.4 [a]	2.3[a]	392[b]	100.0[a]	13.07[b]
			B. 800m (Lona, 1992)				
70W04	20.07[a]	7.06[b]	3.19[b]	1.9[a]	510[ab]	63.8[a]	10.85[b]
70R01	15.29[b]	11.24[a]	7.02[a]	1.1[b]	593[a]	69.4[a]	13.72[a]
Tainung No.1	13.25[b]	6.47[b]	6.79[a]	1.9[a]	449[b]	69.3[a]	10.37[b]

* Means followed by the same letter within the column of each altitude are not significantly different at 5% level by the LSD test.

八、高產山藥品系一般成分與礦物元素含量之比較：

三種高產山藥塊莖乾粉一般成分之比較結果列如表9。三品系塊莖乾粉之含水率皆在11%以上。蛋白質含量以70R01之14.58%最高，其次爲70W04之13.32%及山藥台農1號之12.26%。粗脂肪含量亦以70R01之0.93%顯著高於70W04及山藥台農1號。在粗纖維及灰分方面以70R01之含量最高，其次爲山藥台農1號，最小爲70W04。在無氮抽出物(NFE)方面，則品系間之差異不明顯。由上述結果可知，70R01含最高量之蛋白質、脂肪、粗纖維及灰分，營養價值似高於白肉之70W04及山藥台農1號。

在塊莖乾粉礦物元素含量之比較方面，70R01含P量最高，達203mg/100g，明顯高於70W04及山藥台農1號。70W04之含K量明顯低於70R01及山藥台農1號，山藥台農1號含K量高達1,826mg/100g。在Ca含量方面以70R01及山藥台農1號明顯較高於70W04。70W04含最高量之S，達128mg/100g，顯著高於70R01及山藥台農1號。70W04之Mg含量60.7mg/100g只略高於山藥台農1號，但明顯低於70R01之72.8mg/100g。三種高產山藥在Fe、Mn、Cu及Zn四種微量元素之含量都偏低，其中70R01含Fe量較高，其Cu含量則偏低。山藥台農1號含Mn及Zn略高，惟量甚低(表10)。由上述結果可知，相對於70W04及山藥台農1號，70R01品系較富含四種礦物元素，即P、Ca、Mg及Fe。

表 9. 山藥塊莖乾粉之一般成分比較
Table 9. Comparison on the gross composition of dried tuber powder among three yam genotypes

Genotype	H_2O	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Ash	NFE**
	%					
70W04	11.71[a*]	13.32[b]	0.75[b]	1.50[c]	2.91[b]	69.81[a]
70R01	11.08[a]	14.58[a]	0.93[a]	2.30[a]	4.10[a]	67.01[a]
Tainung No.1	11.46[a]	12.26[b]	0.73[b]	1.98[c]	3.06[b]	70.51[a]

* Means followed by the same letter within the column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

** NFE=nitrogen free extract.

表 10. 山藥塊莖乾粉之礦物元素含量比較
Table 10. Comparison on the element contents of dried tuber powder among three yam genotypes

Genotype	P	K	Ca	S	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	mg/100g								
70W04	187[b*]	1,391[c]	31.6[b]	128[a]	60.7[b]	4.1[b]	0	0.8[a]	1.2[b]
70R01	203[a]	1,660[b]	70.2[a]	110[b]	72.8[a]	6.0[a]	0	0.5[b]	1.4[b]
Tainung No.1	188[b]	1,826[a]	74.8[a]	115[b]	58.0[b]	3.1[b]	0.5	0.9[a]	2.1[a]

* Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

九、高產山藥品系塊莖肉部色度與粘度之比較：

三種高產山藥塊莖肉質部分之顏色變化及褐化時間之調查結果列如表11。經過48小時後70W04及山藥台農1號之L值(明亮度)呈下降趨勢，而70R01則反之，呈上升現象。三次測值之平均L值以70W04之76.76最高，其肉色較白較佳，次爲山藥台農1號之71.61，70R01只爲46.18。三品系中以70R01之平均a值10.42最高，平均b值3.25最低，表示其肉色偏紅且略帶藍色。塊莖在削皮後10分內即呈明顯顏色褐變者爲70R01，其他品系於30分內未見顏色褐變情形(表11)。三種高產品系中白肉山藥之a值皆隨時間之增加升高，表示其塊莖肉色轉趨紅色，而紅肉山藥70R01之a值則隨時間增加而呈現下降之趨勢。三品系之b值變化皆隨時間增加而上升，表示塊莖肉質顏色皆有變黃之趨勢，其中以70R01之b值增加較大，此應與其較易褐變有關。高產山藥三品系塊莖肉質部分之粘度變化結果列如表12。最初之粘度值以70R01最大。在48小時內粘度呈上升趨勢的爲70W04，70R01則呈驟降現象，山藥台農1號之粘度變

化較爲穩定。48小時至72小時內70W04及山藥台農1號之粘度皆呈下降趨勢，而70R01則略上升。比較剛削皮時及削皮後三天平均粘度之大小，前者以70R01最高，後者則以70W04最高。

表 11. 山藥塊莖肉質部分之顏色變化及褐化時間
Tab 11. Colour changes of tuber flesh and browning time among three yam genotypes

Genotype	Determine interval (hr)	Colour change L	Colour change a	Colour change b	Browning (min)
	0	79.48	-5.70	10.03	
	24	75.98	-5.28	12.31	
70W04	48	74.81	-4.72	16.19	
	Average	76.76	-5.23	12.84	>30
	0	40.12	12.80	-2.81	
	24	47.83	11.70	3.53	
70R01	48	50.60	6.75	9.04	
	Average	46.18	10.42	3.25	<10
	0	75.25	-5.52	9.83	
	24	70.32	0.58	9.88	
Tainung No.1	48	69.27	2.17	10.72	
	Average	71.61	-0.92	10.14	>30

表 12. 山藥塊莖肉質部分之粘度比較
Tab 12. Comparison on viscosity of tuber flesh within 72 hours of peeling off the skin among three yam genotypes

Genotype	Determine interval (hr)	Viscosity (centipoise)
	0	147
	24	210
70W04	48	230
	72	168
	Average	189
	0	486
	24	47
70R01	48	34
	72	90
	Average	164
	0	158
	24	155
Tainung No.1	48	177
	72	156
	Average	162

結　　論

優良山藥種原之引進爲本省山藥品種改良與生產利用之首要工作。在本所現有之90品系中，*D. alata* 種原一般較具高產質優潛力，而在營養品質方面，以屬於*D. alata* var. *purpurea* 之70R01表現甚佳，其他種原由於各具品種及利用特色，亦值得繼續篩選、評估、分析與比較，以開發新品種、改進栽培與加工技術及開發多元化產品，提高山藥之利用價值。

誌　　謝

本研究承蒙行政院農業委員會補助部分經費，及協助引進部分種原，於試驗進行期間承蒙桃園區農業改良場龔財立與姜金龍兩位先生、花蓮區農業改良場黃鵬課長、台糖埔里副產廠蔡榮輝課長及本所陳盛彰先生等工作同仁之協助，謹致由衷之謝意。

參考文獻

1. 山藥促銷與編輯小組，1993. 山藥之利用與栽培。台灣省農業試驗所及花蓮區農業改良場編印，台中縣及花蓮縣。
2. 王昭月，賴永昌，譚增偉，劉新裕，1992. 山藥之生產促進及省工栽培研究。中華農業研究，41：43-52。
3. 行政院衛生署中藥典範編輯委員會，1985. 山藥。中華民國中藥典範第一輯。pp：577-579及660-664。
4. 那琦，甘偉松，楊榮季，1978. 台灣產藥材之生藥學研究(IV)台灣產零餘子之生藥學研究。中國醫藥學院研究年報，9：330-375。
5. 林俊清，1986. 山藥。新編生藥學（第I集）。高雄醫學院出版，高雄市. pp：116-123。
6. 畜產試驗所，1987. 飼料化驗分析技術手冊。台灣省畜產試驗所編印。
7. 張進益，1988. 山藥。經濟植物集。豐年社出版，pp：44-49。
8. 彭德昌，1988. 利用塑膠管栽培長形山藥。豐年社出版，豐年38：49-52。
9. 劉棠瑞，黃增泉，1962，台灣之薯蕷屬植物。Botanical Bulletin of Academia Sinica第三卷, 台北市。
10. 劉棠瑞，黃增泉，1978. Dioscoreaceae薯蕷科。 Flora of Taiwan. pp：100-109。
11. 劉新裕，1989. 千里達山藥之生產能力與品質分析研究。中華農業研究，38：312-325。
12. 劉新裕，呂秀英，王昭月，賴永昌，1990. 環境因子對山藥生長與產量之影響。中華農業研究，39：287-296。
13. 劉新裕，王昭月，徐原田，段中漢，1992. 山藥台農1號之育成。中華農業研究，41：140-158。

14. Bradbury, J. H. and W. D. Holloway, 1988. Chemistry of Tropical Root Crops. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. pp：27-98.

15. Chang, T. T., 1992. Availability of plant germplasm for use in crop improvement. In：Plant breeding in the 1990s. H. T. Stalker and J. P. Murphy (eds.). C. A. B. International, Qxon. pp：17-35.

16. FAO Quarterly Bulletin of Statistics. 1993. FAO Publication. vol. 6 No. 2.

17. Martin, F. W., 1976. Tropical yams and their potential series. Part 1：*Dioscorea esculenta*。Part 2：*D. bulbifera*。Part 3：*D. alata*。Part 4：*D. rotundata* and *D. cayenensis* USDA Agriculture Handbook No. 457, 466, 495 and 502, respectively.

18. Onwueme, I. C., 1978. Origin, classification, and growth cycle of the yam plant. The Tropical Tuber Crops. Pitman Press, New York. pp:3-16.

19. Tindall, H. D. 1983. *Dioscoreaceae* Vegetable in the Tropics. Macmillan Press, London. pp：201-224.

20. Yamaguchi, M. 1983. Yam. World Vegetable. AVI Publishing Company. U. S. A. pp：139-147.

討　論

問：目前用作中藥之山藥是什麼品種，*D. alata* 品系產量較高是否也含藥用成分可作藥用。

席裕競(中興大學農藝系)

答：目前用作中藥之山藥品種爲*D. opposita* Kunth (即*D. batatas* Decne.)其他亦可供醫藥用途者有*D. mexicana D. composita* 及*floribunda* 等。*D. alata* 品系之優點如下：性狀表現甚佳，產量高而穩定及營養價値甚高，其足可供作健康保健食品，藥用方面至少似有降血醣之效果（本所與高雄醫藥學院山藥合作試驗之初步結，尙未發表）。

Studies on the Production and Quality of Yam (Dioscorea spp.)

S. Y. Liu, J. Y. Wang, L. M. Song, and Y. T. Shyu
Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

The introduction of superior germplasm is essential to the varietal improvement, production, and utilization of yam in Taiwan. A total of 90 genotypes including 40 of *D. alata* , 23 of *D. alata* var. *purpurea* , 6 of *D. esculenta* , 5 of *D. rotundata* , and 1 of *D. bulbifera* have been collected, propagated, and evaluated by Taiwan Agricultural Research Institute. The two most productive yam genotypes, 70W04 and 70W05, with yield potential over 40 t/ha, belong to *D. alata* , Ten genotypes (including Tainung No. 1) and 4 genotypes (including 70W02) of *D. alata* also possessed yield potential higher than 30 and 20 t/ha, respectively. The average yield of *D. alata* var. *purpurea* genotypes 70R01 and 70R08 in the field experiment was over 23 t/ha, The representative and productive genotypes of the other yam species include 70W19 of *D. esculenta* , 70W14 of *D. rotundata* , and 70 W21 of *D. bulbifera* , with mean yield of 29. 4, 22.1 and 25.3 t/ha, respectively. Field experiments had been conducted ofr three consecutive years at Taichung area and at three different locations in 1992 to investigate the agronomic and yield performance of genotypes Tainung No. 1, 70W04, and 70R01. Both 70W04 and Tainung No. 1 had high and stable yield with average tuber yield over 31 t/ha. Cultivation at high altitude showed a more detrimental effect on 70W04 and Tainung No. 1 than on 70R01. Despite the easier browning and faster decrease in viscosity, chemical analysis indicated the superior nutritional quality of 70R01 tubers by its higher contents of protein, fat, fiber, total ash, and mineral elements of P, Mg, Fe, and Ca, as compared to the other two genotypes.

(Key words : Yam(*Dioscorea* spp.), yield, quality.)

長形山藥之生產改進與貯藏之研究

黃 鵬
花蓮區農業改良場

摘 要

長形山藥種原的收集與利用開始於民國70年代中期，並由其中選出數個表現較佳之品種，目前進行區域試驗中。長形山藥塊莖薯形長棍棒狀，深入土中達1公尺，採收困難，為解決此問題建立塑膠管誘導栽培方式，由試驗結果得知長形山藥於花蓮地區以4月初～5月初為最適栽種時期，當行距為120cm時，株距30cm為適。收穫後貯藏於10℃下顯著地減輕失重現象，可保存半年以上的良好品質及外觀。

（關鍵詞：山藥、品種、塊莖、栽培、貯藏、休眠、溫度、寒害）

前 言

山藥又名薯蕷、長薯、條薯、田薯、山藥薯，俗名淮山，為薯蕷科(*Dioscoreaceae*)薯蕷屬(*Dioscorea*)之蔓性多年生植物，其食用部位為地下之塊莖(擔根體)。山藥原產我國、日本及熱帶亞洲(Onwueme，1984；Tindall，1983；Yamaguchi，1983)，塊莖富含營養不但能提供為藥用並能供為蔬菜用，山藥生性強健，無嚴重病蟲害，栽培容易，適合勞力不足地區作粗放栽培之用。山藥之塊莖薯形變化多，圓形、掌形、長形等依品種不同而異。目前主要產區多分布在熱帶，其中以中南美洲為最多，次為亞熱帶地區及非洲。全球山藥之年產量約為2千6百萬公噸(FAO，1985)，為國際性之主要糧食作物之一。因栽培歷史悠久，品系繁雜，目前全世界之薯蕷屬植物約有600種之多，而主要之食用種約為50餘種。國內則以大薯、紫田薯、基隆山藥及恆春山藥為主，國內自民國56年由農復會（今之農委會）組成園藝作物考察團自國外引進數個山藥品種後，即陸續開始進行山藥之試驗，但所用之品種大都屬於大薯(*D. alata*)(王昭月等人，1992；李玉寶，1976a；1976b；李玉寶及蔡炯松，1978；1979；李玉寶等人，1980；徐原田，1978；1979；1981；彭德昌，1981a；1981b；1982；1984；蔡炯松及周明和，1980a；1980b；劉新裕，1989；劉新裕及王昭月等人，1992；劉新裕及呂秀英等人，1990)；對薯形為長棍棒狀之長形山藥(*D. japonica Thunb* 及 *D. batatas* 等)則研究較少。長形山藥在我國大陸、台灣及日本等地均有生產，莖蔓較為纖細圓形，葉較狹長，塊莖形如長棍棒為其特點，品質極為優異，在中藥方中常被當做強壯補品，售價很高。本省山區原有野生的長形山藥，過去農友多於秋冬間上山挖掘，但因多年挖掘，所剩不多。目前在台北縣、宜蘭縣皆有農友人工栽培，長形山藥因薯條長，塊莖深入土中長達一公尺以上，採收挖掘時極為困難。有鑑於此，花蓮區農業改良場約在民國70年代中期開始著手進行長形山藥之研究，除進行品種選拔外，亦致力於栽培技術的改良及採收後貯藏的研究，以下將

歷年之研究整理提供各位參考指正。

內　容

一、長形山藥種原收集與選育

長形山藥種原的收集於花蓮區農業改良場開始於民國70年代中期，並於民國75年將收集之薯形爲長棍棒狀之山藥茨城山藥、壽豐山藥、愛知山藥進行品種觀察試驗（彭德昌，1988）。當時與塊狀山藥一起觀察，其產量遠較塊狀山藥爲低，如花蓮白肉種公頃產量可達49.6公噸（表１），千里達山藥爲37.7公噸，而長形之壽豐山藥僅爲13.9公噸，但因其品質佳甚受市場之歡迎。76年增加基隆山藥及自然薯（彭德昌，1989），77及78年又增加三個品種參加試驗（彭德昌，1990；陸集珊，1991），79年起將表現較佳之三個品種茨城山藥、壽豐山藥、自然薯及對照品種基隆山藥進行試驗(黃鵬，1992b)。80年在花蓮縣吉安鄉、宜蘭縣冬山鄉及台東縣鹿野鄉進行區域試驗(黃鵬，1993c)，81年繼續在花蓮縣吉安鄉、宜蘭縣礁溪鄉及台東縣關山鎮進行區域試驗(黃鵬，1993a)。綜合數年之試驗，以茨城山藥及壽豐山藥表現較佳，茨城山藥之薯形橫切面較圓，而壽豐山藥較平寬；壽豐山藥之葉較茨城山藥爲寬，生育爲諸品種中最强者，如民國79年因栽培期間遭二次颱風侵襲，造成其他品種產量較歷年爲低，但壽豐山藥產量仍能維持10.2公噸／公頃。

表 1. 長形山藥種原收集與塊莖產量 (M.T./ ha)
Table 1. Collection of long-shaped yam cultivars and field trials.

品　種	75年	76年	77年	78年	79年	80年	81年
長形山藥							
基隆山藥	-	3.9[d]	1.9[c]	7.7[c]	5.5	6.3[b]	11.2[b]
茨城山藥	9.8[ef*]	22.1[b]	11.0[a]	18.2[a]	6.4	8.4[ab]	11.8[b]
壽豐山藥	13.9[ce]	31.3[a]	7.8[ab]	16.2[a]	10.2	10.0[a]	15.5[a]
自然薯	-	13.8[c]	10.6[a]	16.3[a]	5.8	10.6[a]	11.3[b]
愛知山藥	13.3[de]	20.2[b]	10.4[ab]	12.5[b]	-	-	-
蘇准山藥	-	-	10.1[ab]	12.9[b]	-	-	-
東河山藥	-	-	7.4[b]	11.1[b]	-	-	-
萬榮山藥	-	-	0.3[c]	2.6[c]	-	-	-
塊狀山藥							
九州山藥	27.7[c]						
花蓮白肉種	49.6[a]						
千里達山藥	37.7[b]						
銀杏薯	4.1[f]						
靜岡山藥	3.7[f]						
花蓮紅肉種	17.6[d]						

* 直列英文字母相同者其差異未達5%顯著水準。

表2列出長形山藥品種基隆山藥、茨城山藥、壽豐山藥、自然薯81年於花蓮縣吉安鄉、宜蘭縣礁溪鄉及台東縣關山鎮試驗結果，於81年3月下旬至4月上旬種植，於81年12月收穫，三個地區中以本場平均產量較高，而以台東縣關山鎮最低，此結果與80年之區域試驗相同。且台東地區之二年產量皆遠低於花蓮及宜蘭地區，此數長形山藥品種似不適宜於台東地區種植。四個參試品種中在三個試區均以壽豐山藥產量最高，在吉安鄉試區，每公頃產量壽豐山藥可達15.5公噸，茨城山藥11.8公噸，基隆山藥11.2公噸，自然薯11.0公噸，壽豐山藥之產量顯著高於其他之品種。薯長及薯徑以壽豐山藥最長達81.8cm且最寬4.2cm。

表 2・長形山藥在花蓮、宜蘭及台東地區之產量及塊莖性狀
Table 2. Yield and tuber characters of long-shaped yam cultivars cultivated at Hualien, Ilan and Taitung areas.

品種	產量 (M.T./ ha)	薯長 (cm)	薯徑 (cm)
		花蓮縣吉安鄉	
基隆山藥	11.2[b*]	69.6[b]	3.3[b]
茨城山藥	11.8[b]	64.1[b]	4.0[a]
壽豐山藥	15.5[a]	81.8[a]	4.2[a]
自然薯	11.0[b]	69.9[b]	3.3[b]
		宜蘭縣礁溪鄉	
基隆山藥	9.3[b]	59.4[b]	3.3[b]
茨城山藥	10.2[ab]	59.8[b]	3.5[b]
壽豐山藥	12.8[a]	72.6[a]	4.3[a]
自然薯	8.1[b]	60.0[b]	3.4[b]
		台東縣關山鎮	
基隆山藥	2.6[b]	38.8[b]	2.8[ab]
茨城山藥	2.8[b]	38.5[b]	2.6[b]
壽豐山藥	4.1[a]	47.7[a]	2.8[ab]
自然薯	2.9[b]	38.4[b]	3.0[a]

* 直列英文字母相同者其差異未達5%顯著水準。

二、長形山藥栽培技術改進

(一)長形山藥塊莖的形成與發育

根據劉新裕（1989）之報告指出千里達山藥生長以溫暖氣候爲宜，春季溫度逐漸上升時，種薯即發芽出土。最初由母塊莖供應養份，隨著莖葉之生長即自行光合作用，而於6～8月間地上部莖葉之生長漸達旺盛高峰，所蓄積之養份隨即開始轉移並貯藏於新擔根體上，到9～10月間擔根體之之生長轉趨快速。爲了解長形山藥塊莖之形成及發育是否亦如此，於民國

81年及82年於山藥生育後期每個月調查塊莖重量（黃鵬，未發表資料），表3列出82年之調查結果，長形山藥壽豐塊莖之形成較塊狀山藥千里達爲早，而8月4日單株塊莖重量即有219g，爾後逐漸肥大，至10月起則迅速肥大。塊狀山藥千里達塊莖之形成較長形山藥晚在8月4日調查時尙未見新塊莖之形成。9月1日塊莖僅重5g，而10月1日時爲53g，但10月起塊莖快速肥大至11月2日調查時，單株已達3056g。此結果與劉新裕(1989)研究千里達山藥之生育結果相同，其塊莖由原來9月20日之4g迅速肥大至10月20日之302g。在另外之山藥塊莖育苗試驗中（黃鵬，未發表資料），亦曾發現長形山藥塊莖萌芽後一個月內新塊莖即已形成。故控制塊狀山藥千里達塊莖形成與肥大之因素似乎與長形山藥不同。

表 3. 長形山藥壽豐與圓形山藥千里達不同生長期之塊莖變化
Table 3. Comparison of tuber fresh weight of yam 'Showfeng' and 'Coconut-Lisbon' at different growth stages. (g/plant)

調查日期	壽豐山藥 (長形山藥)	千里達 (塊狀山藥)
8月4日	219	0
9月1日	621	5
10月1日	950	53
11月2日	1915	3056

(二)長形山藥適宜種植時期

山藥塊莖一般具有低溫休眠性，而長形山藥之休眠性較塊狀山藥千里達爲强，在室溫下貯藏，千里達山藥在3～4月氣溫升高時，部份塊莖即會開始萌芽，而長形山藥若無人爲之催芽工作則仍保持休眠狀態。在台北縣瑞芳地區之農友種植長形之基隆山藥時，常於農曆12～1月即將種薯埋入土中，從種植至萌芽常需2個多月，而塊莖埋於土中，若遇長期下雨，極易腐爛導致缺株。爲了解長形山藥之適宜種植時期，將長形山藥塊莖在種植一個月前行催芽之工作，然後於3、4、5及6月上旬分別種植，比較不同種植期對長形山藥之生育之影響(黃鵬，1993a)。結果顯示除了定植期爲3月初者外，其餘定植期爲4、5及6月初種植者，6月爲其等萌芽生長迅速時期（圖1）。在公頃產量方面以5月種植者產量最高達12.6公噸（表4），其次4月之11.5 公噸，3月及6月分別爲5.1公噸及4.5公噸。而薯長及薯徑亦以4月及5月爲最長及最寬。分析產量差異的原因，由圖1可知三月上旬種植者，可能因種植初期溫度尙低，萌芽較遲緩，種薯於土中易腐爛，其成活率僅53.8%，造成單位面積產量低之主因，而另一原因爲單株產量亦較低（表4）。而6月份上旬種植者，因地上部尙未十分强健時，即已進入結薯期，無足夠之葉片行光合作用製造同化產物，以供應塊莖之發育，故其萌芽之植株數雖與4月、5月種植者差異不大，在10月1日時亦達85%以上，但因單株產量較低（表4），故單位面積產量最低。長形山藥一般葉片在10月起即開始陸續黃化，3、4月種植者在11月10日調查時葉片黃化比率已達90%以上（表5），而5月種植者黃化較慢37.5%，而6月者僅6.2%，證

實不同月份種植亦會影響葉片黃化的速率。由以上結果可知，3月初定植者產量較低，隨著定植時期的延後至5月初定植者達高峰，至6月初定植者產量銳減，故在花蓮地區以4、5月初定植爲宜。

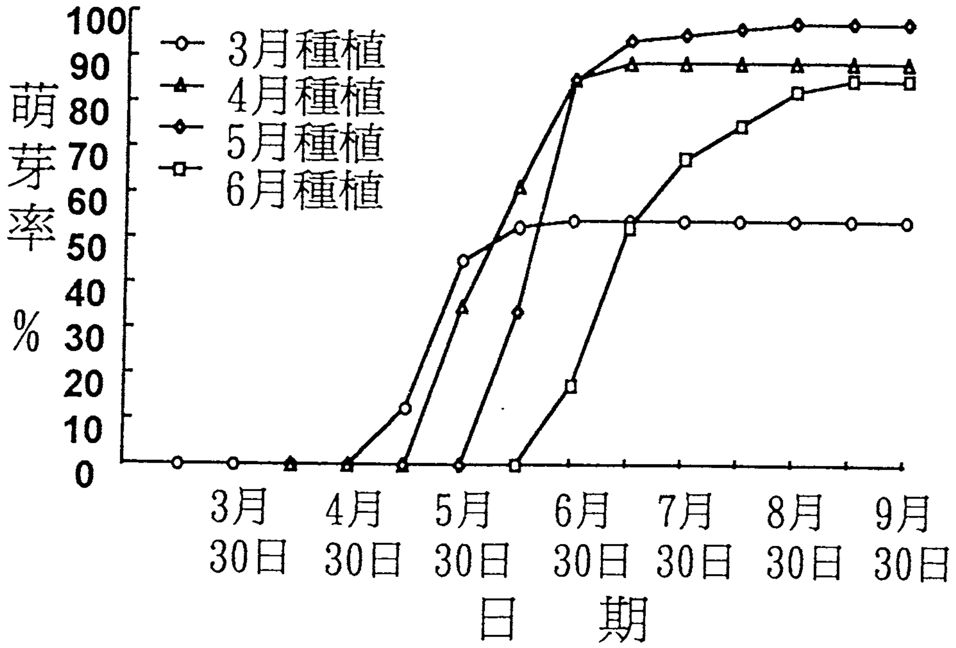


圖 1. 不同種植時期對長形山藥萌芽之影響

Fig 1. The sprouting rate of long-shaped yam planted at various months.

表 4. 不同種植時期對長形山藥產量及塊莖性狀之影響

Table 4. Effects of various planting months on yield and tuber characters of long-shaped yam.

月 份	產 量 (g/plant)	產 量 (M.T./ ha)	薯 長 (cm)	薯 徑 (cm)
3	543.2[ab*]	5.1[b]	67.9[a]	2.9[ab]
4	775.9[a]	11.5[a]	68.6[a]	3.3[a]
5	817.6[a]	12.6[a]	68.1[a]	3.3[a]
6	365.4[b]	4.5[b]	47.5[a]	2.5[b]

* 直列英文字母相同者其差異未達5%顯著水準。

表 5. 不同種植時期對長形山藥生育後期葉片黃化之影響
Table 5. Effects of various planting months on leaf yellowing of long-shaped yam during late growth stage.

月份	黃化率(%)		
	11月10日	11月18日	11月30日
3	96.2[a*]	98.7[a]	100.0[a]
4	90.0[a]	95.0[a]	100.0[a]
5	37.5[b]	76.2[b]	100.0[a]
6	6.2[c]	10.0[c]	78.7[b]

* 直列英文字母相同者其差異未達5%顯著水準。

(三)長形山藥塑膠管栽培

長形山藥塊莖長，深入土中常達一公尺以上，傳統上農民用築高畦之方式栽培，但此法做畦及收穫時皆需耗費大量之勞力，收穫困難，且時常造成薯塊受傷。又在土壤較淺之處，塊莖發育受阻。民國77年比較利用塑膠管栽培對產量之影響（彭德昌，1990），由表6可知利用塑膠管栽培每公頃爲10.3公噸，而未用塑膠管者僅5.6公噸，利用塑膠管栽培可提高產量達近二倍。

(四)長形山藥栽培密度

長形山藥適宜之栽培密度有待究明。長形山藥利用塑膠管栽培，因塑膠管埋入土中需開溝，爲減少單位面積內之開溝數以降低生產成本，在行距1.2m不變下，株距調整爲30，40，50及60cm進行栽培密度之試驗(黃鵬，1993b)，由表7顯示重複二年的試驗皆以株距30cm 處理者產量最高，80年試驗結果產量爲10.3公噸／公頃，81年爲12.8公噸／公頃，其次爲40cm，50cm及60cm，產量隨栽植密度增加而提高。

表 6. 利用塑膠管栽培對長形山藥產量之影響
Table 6. Effects of the plastic pipe cultivation on yield of longshaped yam.

處　理	產量 (M.T./ ha)
塑 膠 管	10.3[a*]
未用塑膠管	5.6[b]

* 直列英文字母相同者其差異未達5%顯著水準。

表 7. 栽培密度對長形山藥產量影響　(M.T./ ha)
Table 7. Effects of plant spacing on yield of long-shaped yam.

株　距	產　量	
	80年	81年
30 cm	10.3^{a*}	12.8^{a}
40 cm	8.4^{a}	6.7^{b}
50 cm	8.0^{a}	6.4^{b}
60 cm	7.3^{a}	4.6^{b}

* 直列英文字母相同者其差異未達5%顯著水準。

㈤長形山藥氮、鉀肥用量

以N：PO：KO＝90：60：120kg/ha為標準用量，氮肥及鉀肥各有四種變級。氮肥為30、60、90及120　kg/ha。鉀肥為60、90、120及150kg/ha(黃鵬，1993a)。氮肥不同用量試驗，以每公頃施用90kg之處理產量最高為7.4公噸／公頃(表8)，但與其他30、60、120kg之處理間無顯著差異。鉀肥不同用量試驗以每公頃施用120kg之處理產量最高，但也與其他60、120及150kg之處理間無顯著差異。綜合結果處理間雖無顯著差異存在，但仍以N：PO：KO＝90：60：120標準用量產量最高。

㈥長形山藥栽培模式

長形山藥塊莖形如長棍棒為其特點，長形山藥因薯條長達1公尺以上，故已往除少數農友在土層深厚的沙質壤土栽培外，多是採用築高畦栽培，而此二種栽培方式在採收挖掘時均感不便，薯條常易受損，致影響其商品價值及貯藏期限。民國73年，自日本引進利用塑膠管誘導栽培法，採用省產現有且價廉之塑膠天溝(即一般用於屋簷之導水塑膠管)予以製作成栽培用管，配合田間作業措施，經多年來的試驗觀察，以此種栽培法所栽植的長形山藥，在採收時極為方便，薯條外觀光滑平直，且不易受損，可提高商品價值及延長其貯藏期限，今特介紹於後。

表 8. 氮、鉀肥用量對長形山藥產量及塊莖性狀之影響
Table 8. Effects of N and K fertilization rate on yield and tuber characters of long-shaped yam

N：PO：KO	產　量 (M.T./ ha)	薯　長 (cm)	薯　徑 (cm)
30:60:120	6.5^{a*}	59.0^{a}	2.9^{a}
60:60:120	6.4^{a}	69.4^{a}	2.8^{a}
90:60:120	7.4^{a}	68.3^{a}	3.2^{a}
120:60:120	5.5^{a}	70.9^{a}	3.3^{a}
90:60: 60	5.9^{a}	59.8^{a}	2.5^{a}
90:60: 90	5.5^{a}	62.7^{a}	2.5^{a}
90:60:120	6.5^{a}	61.6^{a}	2.9^{a}
90:60:150	6.1^{a}	55.2^{a}	2.7^{a}

* 直列英文字母相同者其差異未達5%顯著水準。

1.種薯的準備與催芽：

薯塊大小約30至40公克為宜，若薯塊太大則種薯用量過多。分切時，切口愈小愈好，故切口方向宜與薯條成垂直。長形山藥以近地面最前端之發芽力為最佳，宜盡量採用為種薯。

2.塑膠栽培管之規格與製作：

自日本引進之塑膠栽培管全長130公分，圓周長約20公分，上方縱切開口，寬約3公分，前端為圓匙狀，長約21公分，管之兩側距前端約34公分處各打直徑約1.2公分之圓洞二排，上排為六洞、下排為七洞，上下排圓洞交錯排列呈三角形，上排距上方縱切開口邊緣約2.5公分，上下排之距離約2.4公分，同一排之洞與洞之距離為7公分。本場將日本塑膠栽培管之製作法加以簡化，利用本省製售之半圓形天溝，每支長約4公尺，可分切製作成3支栽培管，分切後即可直接利用勿須打洞，每隔25公分用塑膠繩等材料將塑膠管綁緊至中縫寬約3公分為度，即可應用於田間栽培。

3.整地、作畦、種植及噴施殺草劑：

栽培長形山藥採用塑膠管栽培法者，本田經深耕、碎土後，依行距120公分、開溝深約20公分，然後依株距30～40公分埋下栽培管，栽培管與地面約成15～20度之斜角，然後再於兩側開溝作畦，栽培管之上端距畦面約為5公分。將催芽後之種薯，芽點向上埋入塑膠管前端內，然後覆土及噴施萌前殺草劑。殺草劑可噴施34%施得圃乳劑250倍稀釋液於土壤表面，每公頃用藥量4公升。

4.中耕除草、施肥、培土及搭立支架：

生育初期應進行中耕除草及施肥培土。山藥宜多施緩效性有機肥料如堆廄肥或雞糞。化學肥料可依每公頃　N：PO：KO＝90：60：120公斤，即硫酸銨430公斤，過磷酸鈣330公斤及氯化鉀200公斤施用。有機肥料、1/3量硫酸銨及全量之過磷酸鈣及氯化鉀可一次當基肥施用，第一次及第二次之追肥，宜施於山藥發芽後1及3個月，之後隨即培土及灌水。但長形山藥因莖蔓較為纖細，抽蔓後，宜在畦上搭架，再牽掛塑膠網繩，可提高產量。

5.收穫貯藏：

採用塑膠管栽培者，宜先挖掘塑膠管，再取出山藥。利用塑膠管栽培，塊莖不會有折斷、脫皮、破損等現象，故塊莖品質佳。塑膠栽培管於採收挖掘時，宜按順序逐一挖掘，避免損壞，清洗後可連續多年使用，以降低生產成本。採收之無受損塊莖經洗清陰乾數日後，可置於10℃以下之冷藏庫中貯藏，貯藏半年後仍可保持優良之品質。

三、長形山藥塊莖貯藏

採收後的山藥塊莖具休眠性，於室溫下可貯藏2至3個月才開始萌芽(Onwueme，1984)。於貯藏期間因呼吸作用及水分的損失會造成重量的減少及品質的降低。基本上若能延長山藥塊莖的休眠則可延長貯藏的時間；但是塊莖一旦終止休眠即開始萌芽，塊莖也開始老化不再能有效地貯藏(Yamaguchi，1983）。降低貯藏的溫度可有效地延長山藥塊莖之休眠（Mozie，1984；Passam，1977；Passam and Noon，1977；Rao and George，1990；Rivera *et al.*，1974），但山藥對低溫極為敏感，過低的溫度常會造成寒害(chilling

injury)(Noon，1978；Olorunda and Macklon，1976；Ryall and Lipton，1979)。

Ryall及Lipton (1979) 推薦最安全且有效的貯藏溫度爲16±1℃，在此溫度下山藥可貯藏至6個月仍無損其外觀。依據本場引進及自行搜集本地山藥品種十餘種，略可分爲二類，一類爲塊狀山藥，其分佈於熱帶及亞熱帶，薯形大，產量高，生育快迅。另一類爲長形山藥，分佈於中國大陸及日本等溫帶地區，薯形爲長棍棒狀，產量較低，但商品單價高。此二類山藥有不同的適合生育環境及貯藏特性。本研究以長形之茨城及塊狀之千里達山藥爲材料，採收後貯藏於10、15、20℃下164天，調查其重量變異，萌芽率及寒害發生情形，探討此二種山藥最適宜之貯藏溫度，供延長山藥貯藏之參考(黃鵬，1992a)。於此報告中

萌芽計算係以芽長超過 0.1cm視爲萌芽，

萌芽期=(萌芽塊莖數／調查塊莖數) x 100 %。

寒害現象是以塊莖表面有水漬狀發生即視爲發生寒害，

寒害率=(寒害塊莖數／調查塊莖數) x 100 %。

鮮重的變化可做爲貯藏期品質的指標，山藥分別貯藏在10、15、20℃下，重量變化情形如圖2，其結果顯示無論在何種溫度下，千里達山藥之失重率皆較茨城山藥爲低。而不論茨城或千里達山藥，降低貯藏溫度皆可顯著地減緩山藥的失重情形。長形山藥茨城在20℃下，失重極爲迅速，貯藏14天後失重即達3.5%，98天後爲27.6%。而同溫度20℃之塊狀山藥千里達貯藏14天後失重率爲1.1%，98天後爲10.2%，在此之前其失重率皆較茨城山藥爲低，但至164天後其失重亦至31.9%。

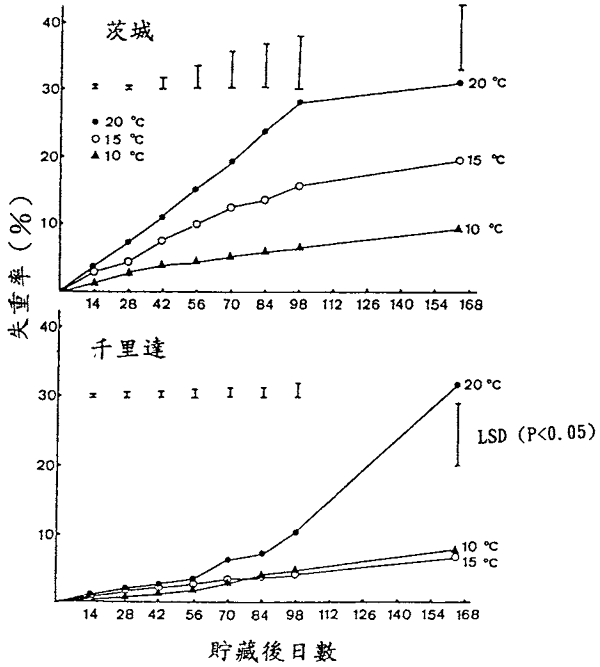


圖 2. 不同貯藏溫度對山藥塊莖失重的影響

Fig 2. The weight loss of yam tubers stored under various temperatures.

將溫度降至15℃，茨城於第14天即顯著地比20℃失重減少，而千里達貯藏至70天後才與貯藏20℃者有顯著的差異，此顯示稍低之溫度對長型山藥減少失重之效果佳。再行降低貯藏溫度至10℃時，效果更爲顯著，重量的損失更爲緩慢，茨城於貯藏98天後失重率由20℃的27.6%減少至10℃的6.1%；千里達則由20℃的失重10.2%降至10℃的4.7%。至164天後，茨城及千里達山藥失重率分別僅爲9.1%及7.7%。根據Passam et al. (1978)之研究，山藥於貯藏期間重量的減輕除蒸散失水外，另一個重要原因爲呼吸作用繼續進行消耗養分，而降低貯藏之溫度可同時有效減少蒸散作用及抑制呼吸作用的速率。貯藏後外觀變異情形亦爲品質之重要指標。由表9顯示原產於熱帶及亞熱帶的千里達山藥極不耐低溫，貯藏於10℃下僅14天即已發現塊莖表面有水漬現象，此現象隨著貯藏時間的增加而日趨嚴重，到98天時已達77.5%，且症狀非常嚴重，切開後肉質顏色皆已轉爲褐色，爲極嚴重的寒害現象，已完全無商品價值。而貯藏15℃下之千里達山藥，至第98天才開始有輕微的寒害現象（表9），且切開後的肉質顏色仍保持純白，品質仍佳。

表 9. 不同貯藏溫度對山藥塊莖寒害之影響
Table 9. Effects of various storage temperatures on chilling injury of yam tubers.

溫度 (℃)	貯藏後日數 14	28	42	56	70	84	98	164
	寒害率(%)*							
	茨城							
10	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0
	千里達							
10	12.5	30.0	47.5	47.5	57.5	65.0	77.5	87.5
15	0	0	0	0	0	0	5.0	5.0
20	0	0	0	0	0	0	0	0

* 寒害率＝（寒害塊莖數／調查塊莖數） x 100 %。

原產於溫帶的茨城山藥不論在10、15或20℃下貯藏，塊莖表面皆未發現水漬現象（表9），貯藏164天後切開塊莖調查品質，肉質顏色皆仍保持純白色。但15及20℃下，因失重率分別達19.1%及30.7%，致塊莖外觀已顯著萎縮，而以貯藏於10℃者外觀最佳且肉質仍堅硬。

根據報告指出，降低貯藏的溫度可延長山藥之休眠(Mozie，1984；Passam，1977；Passam and Noon，1977；Rao and George，1990；Rivera *et al.*，1974)。於本研究中，茨城山藥在三個溫度下貯藏至98天皆未發現有打破休眠之現象（表10），但164天後，則

皆有17.5～22.5％之萌芽率。在10℃下其平均芽長0.7cm，在15℃下平均芽長1.7cm，而20℃爲3.7cm，此結果顯示降低溫度至10℃，雖無法抑制長形山藥萌芽，但可延緩芽的生長。而對圓形山藥千里達而言，貯藏於20℃下84天後，千里達山藥已開始萌芽（表10），至164天後95％的塊莖皆已萌芽而長達64.1cm 。Passam *et al.* (1978) 認爲萌芽時期呼吸作用會增強，此可能是造成千里達於第164天失重率驟增（圖2）的原因。而貯藏於10及15℃者，164天後仍未見萌芽，顯示低溫會延長千里達山藥的休眠。

表 10. 不同貯藏溫度對山藥塊莖萌芽率及萌芽長度之影響
Table 10. Effects of various storage temperatures on the percentage of sprouted tubers and length of sprout in yam.

溫度 (℃)	貯藏後日數 70	84	98	164	164
	萌芽率（％）*				萌芽長度(cm)
	'茨城'				
10	0	0	0	17.5	0.7
15	0	0	0	22.5	1.7
20	0	0	0	20.0	3.7
	'千里達'				
10	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0
20	0	47.5	77.5	95.0	64.1

* 萌芽率＝（萌芽塊莖數／調查塊莖數）x 100 ％。

綜合以上所述，低溫可減緩山藥於貯藏時期之失重及確保品質，而其最適當之貯藏溫度則因品種而異，原產於熱帶及亞熱帶之塊狀山藥千里達，低溫貯藏的確可抑制萌芽延長休眠及減少失重，但溫度低至10℃則產生水漬狀之寒害現象，嚴重影響商品價值，故以15℃貯藏爲宜。茨城山藥於貯藏過程中，雖然失重情形皆較千里達爲嚴重，但以低溫貯藏可以顯著地有效減緩失重。又以10℃之低溫失重率較15℃爲低，並可延緩芽的生長及保持優良品質。在價格看好的情況下，以10℃貯藏茨城山藥應可獲得最佳之品質與利益。原產於溫帶地區的茨城山藥於本試驗以10℃之低溫仍未發現寒害現象，推測其貯藏溫度應可再降低，其低溫之極限可留待日後再探討。

結　論

長形山藥經數年來的研究，將選出產量穩定、品質佳的品種，栽培技術方面建立塑膠管誘導栽培的模式及適宜的貯藏方法。但爲降低生產成本仍有下列問題亟待解決。

1.長形山藥利用塑膠管栽植，雖然解決採收的困難，但塑膠管的裝土捆綁及埋入土中仍需大量的勞力，應開發省工的簡易機械輔助操作。

2.長形山藥塊莖休眠性強，如果能有效的打破休眠，使種薯萌芽整齊，避免於　田間腐爛導致缺株，為栽培成功的要件。

3.利用塊莖繁殖，其增倍率較低，長形山藥植株可產生大量的零餘子，宜考慮利用零餘子繁殖一、二年成小種薯，以加速繁殖速率。

誌　　謝

本研究承蒙中正農業科技社會公益基金會部份經費補助，僅此致由衷之謝意。

參考文獻

1. 王昭月，賴永昌，譚增偉，劉新裕. 1992. 山藥之生產促進及省工栽培研究。中華農業研究，41：43-52。
2. 李玉寶，1976a. 山藥品種對不同地勢適應性試驗。台灣省花蓮區農業改良場業務報告(65)：72-77。
3. 李玉寶，1976b. 山藥密植試驗。台灣省花蓮區農業改良場業務報告(65)：70-72。
4. 李玉寶，蔡炯松，1978. 山藥品種對不同地勢適應性試驗。台灣省花蓮區農業改良場業務報告(66)：53-56。
5. 李玉寶，蔡炯松，1979. 山藥品種比較試驗。台灣省花蓮區農業改良場業務報告(67)：51-54。
6. 李玉寶, 蔡炯松, 周明和, 1980. 山藥品種比較試驗。台灣省花蓮區農業改良場業務報告(68)：77-81。
7. 徐原田，1978. 磷鉀肥施用量與行株距密度對山藥產量及蛋白質含量之影響。中華農業研究27：315-324。
8. 徐原田，1979. 不同覆蓋物對山藥產量及品質影響之研究。 中華農業研究，28：117-123。
9. 徐原田，1981. 不同支架型式對山藥產量及品質之影響。中華農業研究，30：357-361。
10. 陸集珊，1991. 長形山藥新品種比較及栽培法改進試驗。台灣省花蓮區農業改良場年報(79)：62。
11. 彭德昌，1981a. 山藥不同栽培密度與不同施肥量對產量之影響試驗。 台灣省花蓮區農改良場業務年報(70)：82-84。
12. 彭德昌，1981b. 山藥品種對花蓮地區山坡地試驗。 台灣省花蓮區農業改良場業務年報(70)：81-82。
13. 彭德昌，1982. 山藥不同栽培密度與不同施肥量對產量之影響試驗。台灣省花蓮區農改

良場業務年報(71)：95-96。

14. 彭德昌, 1984. 不同栽培密度與不同施肥量對山藥產量之影響。台灣省花蓮區農改良場年報(72)：43-44。

15. 彭德昌，1988. 山藥新品種比較試驗。台灣省花蓮區農業改良場年報(76)：69。

16. 彭德昌，1989. 山藥新品種比較試驗。台灣省花蓮區農業改良場年報(77)：77。

17. 彭德昌，1990. 長形山藥新品種比較及栽培法改進試驗。台灣省花蓮區農業改良場年報(78)：70-71。

18. 黃鵬，1992a. 不同貯藏溫度對山藥鮮重及品質之影響。 台灣省花蓮區農業改良場研究彙報. 8：73-80。

19. 黃鵬, 1992b. 長形山藥新品種比較試驗。 台灣省花蓮區農業改良場年報(80)：67。

20. 黃鵬，1993a. 長形山藥品種改良及栽培法試驗。 台灣省花蓮區農業改良場82 年度評議會特作組報告 p.1-7。

21. 黃鵬，1993b. 長形山藥栽培密度試驗。台灣省花蓮區農業改良場年報(81)：70。

22. 黃鵬, 1993c. 長形山藥區域試驗。 台灣省花蓮區農業改良場年報(81)：69-70。

23. 黃鵬，劉新裕, 1993. 新興特用作物山藥。興農295：29-35。

24. 蔡炯松，周明和，1980a. 山藥不同栽培密度與不同施肥量對產量之影響試驗。台灣省花蓮區農改良場業務年報(69)：104-108。

25. 蔡炯松，周明和，1980b. 山藥品種對花蓮地區山坡地試驗。 台灣省花蓮區農業改良場業務年報(69)：108-113。

26. 劉新裕，1989. 千里達山藥之生產能力與品質分析研究。中華農業研究38：312-325。

27. 劉新裕，王昭月，徐原田，段中漢，1992. 山藥台農一號之育成。中華農業研究，41：140-158。

28. 劉新裕，呂秀英，王昭月，賴永昌，1990. 環境因子對山藥生長與產量之影響。中華農業研究，39：287-296。

29. Mozie, O., 1984. The nature of shoot dominance in white yam tubers (*Dioscorea rotundata* Poir). J. Agr. Univ. Puerto Rico 68：335-340.

30. Noon, R. A., 1978. Storage and market diseases of yams. Trop. Sci. 20：177-188.

31. Olorunda, A. O. and A. E. S. Macklon, 1976. Effects of storage at chilling temperature on ion absorption, salt retention capacity and respiratory pattern in yam tubers. J. Sci. Food and Agr. 27：405-412.

32. Onwueme, I. C., 1984. Yam. p. 569-588. In：P. R. Goldsworthy. and N. M. Fisher (eds.). The physiology of tropical field crops. John Wiley & Sons Ltd., New York.

33. Passam, H.C., 1977. Sprouting and apical dominance of yam tubers. Trop. Sci.

19 : 29-39.

34. Passam, H. C. and R. A. Noon, 1977. Deterioration of yams and cassava during storage. Ann. Applied Biol. 85 : 436-440.

35. Passam, H. C., S. J. Read and J. E. Rickard, 1978. The respiration of yam tubers and its contribution to storage losses. Trop. Agr. 55 : 207-214.

36. Rao. M. M. and C. George, 1990. Studies to extend the dormancy of white yam (*Dioscorea alata* L.). J. Agr. Univ. Puerto Rico 74 : 213-219.

37. Rivera, J. R., M. A. Gonzalez, A. C. Rivera de, and J. Cuevas-Ruiz, 1974. An improved method for storing yam (*Dioscorea alata*). J. Agr. Univ. Puerto Rico 58 : 456-465.

38. Ryall, A. L. and W. J. Lipton, 1979. Yams. p. 230-231. In : A. L. Ryall and W. J. Lipton (eds.). Handling, transportation, and storage offruits and vegetables. Vol. 1, Vegetables and melons. AVI Publ. Co., Westport, CT.

39. Tindall, H. D., 1983. Dioscoreaceae. p. 201-224. In : H. D. Tindall (ed.). Vegetables in the tropics. Macmillan Press, London.

40. Yamaguchi, M., 1983. Yam. p.139-147. In : M. Yamaguchi (ed.). World vegetables : principles, production and nutrition values. AVI Publ. Co., Westport, CT.

The Improvement of Production and Storage of Long-shaped Yam

Peng Hwang
Hualien District Agricultural Improvement Station,
Chi-an, Hualien, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

The germplasm of long-shaped yam (*Dioscorea* spp.) has been collected by the Hualien District Agricultural Improvement Station since 1984. Some superior lines have been selected and are currently under regional yield trials. As the tubers of long-shaped yam usually penetrate about 1 m in depth into the soil, how to reduce the harvest cost and maintain tuber quality are the major problems encountered. To solve these problems, the plastic pipe method for long-shaped yam cultivation has been developed. In order to increase tuber yield, early April to early May is recommended as the optimum planting date. Ridge culture with a spacing of 120 cm between rows and 30 cm between plants is also recommended. Tuber quality, in terms of fresh weight, taste, and apperance, could be maintained for at least 6 months if the tubers are stored under low temperature (<10℃).

(Key words : Yam(*Dioscorea* spp.), cultivation, storage, yield, quality.)

根莖作物生產改進及加工利用研討會專刊：299～305（1994）

台灣甘藷加工業的過去與未來展望

江文章
國立台灣大學食品科技研究所

摘　要

甘藷在過去爲本省重要的輔助糧食作物、自給飼料作物以及澱粉工業用原料。然而在國民所得大幅提升，飲食形態顯著改變下，甘藷的輔助糧食地位早已不保。由於甘藷的飼料效率較玉米爲差，其飼料用途早被進口的廉價玉米取代。在進口澱粉價廉的衝擊下，國內的甘藷澱粉工廠也已幾乎全部關閉。甘藷適於本省栽培，因此，似有必要參考丹麥種植大麥發展本國畜牧業的模式，重新檢討甘藷飼料用途。甘藷葉中草酸含量低且其水萃取物具有抗突變性，應可開發成高級清潔蔬菜。爲了提高甘藷消費量，除了繼續改進傳統甘藷加工產品（如花蓮薯、油炸薯條、烤蕃薯）的品質並提升其形象外，開發符合現代消費者需求的高附加價值產品（如甘藷雪片、預糊化甘藷粒、甘藷飲料、含甘藷泥的高級果醬或調味醬等）亦不失爲可行方法。

（關鍵詞：甘藷，加工，食品擠壓技術，雪片，甘藷飲料）

前　言

過去，甘藷是台灣農戶主要的養豬飼料，也是窮人的主食，因此甘藷被俗稱爲「豬菜」，吃甘藷也變成了「窮人」的象徵。事實上，甘藷含有豐富的營養成分，可供作人類及家禽家畜的重要食物，應該加以珍惜並妥善利用。

依據省農林廳的統計資料(表1)[1,16]，民國59年全省甘藷總產量達344萬公噸，其中62%供作動物飼料，8%食用，20%加工用，其它10%做爲種子或廢棄。其後，由於廉價飼料玉米以及樹薯澱粉等的大量進口，甘藷的年產量逐逐年下降，在民國77年只剩下25萬公噸，其用途比例則與民國59年的情況相近。甘藷適於台灣栽培，雖是稻田轉作的有利作物，然如未能創造其新形象並開發高附加價值產品，則農民種植的意願仍低，年產量恐難回升。以下針對甘藷在飼料、食用以及加工等三方面的過去與未來展望加以說明。

內　容

一、甘藷在自給飼料方面之過去與未來展望

總統府徐慶鐘資政在行政院副院長任內曾大力推動甘藷飼料化之試驗研究，且獲得相當良好的成果。例如新鮮甘藷蔓可當作肉牛的良好粗料，其用量爲日糧乾物量的30%[12]；以高蛋白甘藷簽取代玉米粉20%時，對小雞一直到八週齡成熟雞的飼料效率均無不良影響[5]；以

甘藷簽取代玉米25%時，對於養豬的飼料效率並不比對照組差[6]。但是，由於甘藷不耐貯運且其營養價值較玉米爲低，農政主管機關乃決定大量進口廉價飼料玉米以及稻田轉作玉米來發展國內畜牧業。

民國74年全國農業檢討會議在國立中興大學召開時，農委會官員曾沉重指出，蔣經國總統在行政院長任內曾問農委會官員爲何國內的豬不能吃國產飼料而要吃西餐；這位官員同時指出，遠在北歐的丹麥，以種植大麥當作自給飼料的碳水化合物來源，蛋白質來源使用進口黃豆，這種大麥飼料化政策下生產的冷凍豬肉外銷日本的成本，居然比台灣的冷凍豬肉銷日便宜。有鑑於此，本人乃向當時的省農林廳余玉賢廳長書面建議重新評估甘藷飼料化之可行性。余廳長深有同感乃於民國75年3月在省農試所嘉義分所召開「甘藷飼料化可行性研討會」籌備會議，獲致倘能就養豬飼料配方依據科學的分析基礎加以適當配合，以部分甘藷代替玉米爲飼料似具有相當可行性，同時決議在同年6月召開正式研討會（至今尙未召開）。

表 1. 台灣甘藷產量和用途比例
Table 1. Production and percentage distribution of sweet potato produced in Taiwan.

Year	Production (1000 ton)	Percentage distribution (%)			
		Animal feed	Food	Processing	Seed and waste
1950	2201	45	25	15	15
1960	2979	46	25	15	14
1970	3440	62	8	20	10
1979	1225	63	7	20	10
1988	254	63	7	20	10

依本人見解，契作飼料用甘藷，應屬可行。因爲新鮮甘藷莖蔓不但可當青貯料亦可當作有機堆肥使用，其塊根可直接切成小塊後配合玉米、黃豆等其它飼料配方原料，利用食品擠壓技術(food extrusion technology)而製造出方便使用之各種混合飼料。應用此新興加工技術可以解決甘藷塊根水分含量高、乾燥不易，以及甘藷簽倉儲等問題。

二、甘藷在食用面之過去與未來展望

民國40至50年代，省產甘藷總量的25%供作輔助食糧(表1)，提供了國人大量熱能和少量蛋白質。其後，由於國民所得大幅提升，肉類和蔬菜水果的銷費量大量增加，使得食米和甘藷的食用量劇降[1,16]。民國67年至77年的十年間，根莖類作物的消費量減少了43.9%，食米消費量減少了35.4%(表2)。雖然甘藷含有豐富的營養成分，如與米飯共食還可改善人體氮平衡[13]，但由於部分國人仍有「甘藷是窮人的食物」的心理偏差，因此如要提高甘藷的食用消費

量，必須加强塑造甘藷的新形象(包括育成外形美觀且不易脫皮的新品種)，並且開發方便調理的甘藷加工產品。例如以有機栽培的方式種植食用葉甘藷品種，强調其頂芽及嫩葉的營養價值不遜一般綠葉蔬菜，其草酸含量遠低於菠菜和綠莧菜[19]，而且甘藷葉之水萃取物具有抗突變性(antimutagenicity)等特性，這種清潔又有益於健康的高級蔬菜應能得到消費者的喜愛。在韓國大都會的郊區已利用直接植物株培養(direct planting culture) 的方式栽培清潔衛生的甘藷蔬菜(petioles of sweet potato))。此外，製作實用精美的甘藷食譜，並且開發方便甘藷飯和甘藷稀飯調理的免洗脫水甘藷簽、速食甘藷塊[7]或冷凍甘藷塊等亦將爲拓展食用甘藷之有效途徑。

三、甘藷在食品加工面之過去與未來展望

甘藷澱粉在民國60年代與樹薯澱粉同爲台灣主要澱粉來源，其產量足供本省需要。其後由於進口澱粉不但價廉而且品質、純度又高，甘藷澱粉工廠目前已幾乎全部關閉。甘藷加工產品種類繁多，不勝枚舉。如果針對省產甘藷成本高，國人對甘藷的形象由劣品改視爲良品的心態在短期間內不易改善，加上市場上眾多產品的激烈競爭等主客觀因素的考量，要增加甘藷在食品加工面之用途必須從改進傳統甘藷加工產品（如花蓮薯、油炸薯條、烤蕃薯等）的品質並提升其形象，以及開發高附加價值的產品（如甘藷粉、甘藷雪片、預糊化甘藷粒、甘藷飲料、含甘藷泥之果醬和調味醬等）等兩方面著手。欲研發高品質甘藷加工產品，必須同時考慮到品種的選擇以及加工製造條件不可。

表 2.　台灣食物消費形態的改變
Table 2. Change of food consumption pattern in Taiwan.

Category	Net consumption per capita per year (Kg) 1978	1988	Increase or decrease (%)
Rice	114.0	73.6	-35.4
Wheat flour, etc.	32.5	37.0	13.9
Root and tuber crops	10.7	6.0	-43.9
Sugar	24.3	25.2	3.7
Legumes, nuts, etc.	45.0	55.5	23.3
Vegetables	114.9	122.1	6.3
Fruits	54.3	104.3	92.1
Meat	36.1	57.8	60.1
Eggs	7.6	10.9	43.4
Fish	36.5	45.8	25.5
Milk	5.4	13.2	144.4
Oils and fats	10.5	18.5	76.2

台灣大學食品科技研究所在最近十年間已分別針對油炸薯條[4]，甘藷粉[9,10]，甘藷雪片[2,3,11]，預糊化甘藷粒[14]等品種的選擇以及加工製造條件進行探討，並已得到一些具體成果。例如，如要製造容積比重(bulk density)較大，復水後黏度較強且分散性較佳之甘藷雪片(sweet potato flakes)，則應選擇β-胡蘿蔔素(β-carotene)及總糖含量較高而澱粉含量較低的甘藷品種(表3)[11]，例如台農66號；同時在甘藷簽或甘藷塊蒸熟前先在80℃左右進行預熱處理，使甘藷自身的澱粉糖化酵素(β-amylase)發揮糖化澱粉之作用，從而提高雪片之容積比重和復水後分散性[2]。爲了製造預糊化甘藷粒(pregelatinized sweetpotatogranules)，日本研究人員也找到了澱粉糖化酵素活性較低的新品種[15]。在機能性飲料風潮中，甘藷飲料(sweet potato beverage)的研發已受到國內外學術研究單位的重視，如能在開發此產品之同時，把榨汁後的甘藷泥配合蔬果菜汁開發營養又美味的新果醬(jam)或調味醬(catsup)，則其附加價值更高。在菲律賓甘藷飲料和甘藷泥之果醬和調味醬均已商業化生產[18]。

表 3. 甘藷的一般組成分與甘藷雪片品質參數的迴歸相關係數
Table 3. Correlation coefficients between proximate composition of sweetpotato and quality parameter of sweetpotato flakes.

Proximate composition	Bulk density (g/ml)	Dispersibility (%)	Viscosity (c.p.)
Specific gravity	0.004	-0.757**	-0.568*
Moisture (%)	-0.068	0.740**	0.668**
Crude protein (%)	0.471	0.252	0.056
Crude fat (%)	-0.301	-0.243	-0.397
Crude fiber (%)	-0.504*	-0.069	-0.135
Ash (%)	-0.288	-0.437	-0.158
NFE (%)	-0.333	-0.829**	-0.753**
Total sugar (%)	-0.101	0.717**	0.695**
Starch (%)	-0.274	-0.854**	-0.783**
β-carotene (%)	0.150	0.923**	0.814**

Significant level：* P<0.05，** P<0.01

結　論

甘藷在民國30至50年代是台灣重要的食糧、飼料和澱粉工業用原料。其後由於工商業發達、國民所得大幅提升，以及廉價進口大量玉米和澱粉等因素下，甘藷已成爲台灣地區農業的小作物。甘藷含有豐富的營養成分，又適於本省栽培，因此如能利用育種和栽培技術生產食用和加工用甘藷，並採用最新食品科技製造美味營養又方便使用之食品或飼料，則未來國內的甘藷產業仍將有所作爲。

參考文獻

1. 台灣省政府農林廳編，台灣農業年報，1990年版。
2. 江文章，陳克廉，1987. 甘藷雪片加工之最適預熱條件及醣類之變化。中國農業化學會誌，25(4)：438-444。
3. 江文章，陳克廉，1988. 不同品種甘藷之澱粉理化特性和澱粉分解酵素活性之比較。食品科學，15(1)：1-11。
4. 江文章，高雅敏，1989. 甘藷品種和油炸條件對甘藷條品質之影響。 中國農業化學會誌，27 (1)：97-107。
5. 李邦淦，楊榮芳，1979. 高蛋白甘藷簽飼養肉雞營養價值之研究。 中華農學會報新，106：71-78。
6. 李邦淦，楊榮芳，1980． 高蛋白甘藷及普通甘藷取代玉米飼豬營養價值之比較。畜產研究，13(1)：97-112。
7. 李昆鴻，1987. 速食甘藷稀飯基體之研究。 台灣大學食品科技研究所碩士論文，台北。
8. 林金源，李輝，高青松，蔡順仁，1993．甘藷葉水萃取物之抗突變性。食品科學，20(3)：301-310。
9. 陳克廉，江文章，1984. 以甘藷粉取代部分麵粉製造複合麵包及其品質之改良。食品科學，11(1,2)：66-77。
10. 陳克廉，江文章，1985. 甘藷粉之製造與貯藏及其應用於複合麵包之製造。食品科學，12(1,2)：21-28。
11. 陳克廉，江文章，1985.甘藷加工適性之研究。食品科學，12(3,4)：163-172。
12. 陳茂墻，陳吉斌，丁杉龍，1979. 新鮮甘藷蔓與脫水甘藷蔓養牛試驗。 中華農學會報新，107：55-60。
13. 楊祖馨，蔡玉吉，許金土，柯華雄，陳順文，1975. 關於主食品蛋白質營養問題之研究(二)台灣省產食米與甘藷蛋白質中胺基酸之分布。中國農業化學會誌，13(1/2)：132-138。
14. 薛亦玲，1991. 脫水甘藷粒之製造與應用。台灣大學食品科技研究所碩士論文，台北。
15. 馬場　透，1992. サツマイモの新規食品素材および加工品開發に關する技術開發。日本食品工業學會誌，39(11)：1050-1055。
16. Chiang, W., 1992. sweet potato production and utilization in Taiwan. In "Product Development for Root and Tuber Crops, "ed. G. J. Scott, S. Wiersema and P. I. Ferguson, Vol. I. pp. 87-93. International Potato Center, Lima, Peru.
17. Jeong, B.C. 1992. Sweet potato processing, marketing, and utilization in Korea. In "Product Development for Root and Tuber Crops, "ed. G. J. Scott, S.

Wiersema and P. I. Ferguson, Vol. I, pp.79-85. International Potato Center, Lima, Peru.

18. Truong,V.D. 1992. Transfer of sweetpotato processing technologies : Some experience and key factors. In " Product Development for Root and Tuber Crops," ed. G. J. Scott, S. Wiersema and P. I. Ferguson, Vol. I, pp.195-205. International Potato Center, Lima, Peru.

19. Villareal, R. L., Tsou, S. C., Lo, H. F. and Chiu, S. C. 1982. Sweet potato tips as vegetables. In " Sweet Potato, Proceedings of the First International Symposium, " ed. R. L. Villareal and T. D. Griggs, pp.313-320. AVRDC, Shanhua, Taiwan, ROC.

討　論

問：甘藷加工相關的研究已由學者、專家做了一段時間，但是在實際利用上與我們所期望的「量」，還有一段距離，請問，其中的問題在那裡? 有什麼是需要農民、農會、加工業者或農政單位配合的?

羅筱鳳(文化大學園藝系)

答：甘藷產量一直無法增加的原因有二：一是農政單位未加以重視，另一是不少國人仍視甘藷爲養豬飼料以及窮人的食物（至少是小時候吃厭了）。若要發展國內甘藷產業，則首先須有政策導引，再配合學術研究機構利用生物科技與食品加工技術育出飼料用和食品加工用甘藷品種，並研發高附價值之加工產品，唯有在建立甘藷中下游產業的情況下，農民才有意願種植甘藷。詳細作法請參考本人之文稿。

The Present Status and Prospect of Sweet potato Processing Industry in Taiwan

Wenchang Chiang
Graduate Institute of Food Science and Technology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

Sweet potato contributed greatly to the food supplemental, animal feed and starch industry in the past in Taiwan. However, its importance as a supplement to the staple food has decreased significantly due to the change of consumers' habitat. The consumption of sweet potato has been further reduced as its feeding efficiency of sweet potato is lower than that of corn and the price of imported starch is lower than that of local product. In view of the suitable environmental condition for growing sweet potato, it is worthy to reevaluate the feasibility of producing sweet potato for both human and animal consumption. As the veins of sweet potato is low in oxalate content and its water extract exhibits the effect of antimutagenicity, it is considered an ideal vegetable, especially in the summer season. In order to promote the processing industry, it is necessary to improve continuously the quality of tradition foods such as Hualien pastry, French fried type sweet potato; and roasted sweet potato; and to develop high value products such as sweet potato flakes, pregelatinized sweet potato granules, sweet potato beverage, and high class jam or catsup containing sweet potato paste.

(Key Words : sweet potato, processing, food extrusion technology, flakes, beverage)

根莖作物生產改進及加工利用研討會專刊：307～318（1994）

甘薯與馬鈴薯之營養價值

楊瑞玉　洪端良　鄒篪生
亞洲蔬菜研究發展中心

摘　要

甘薯與馬鈴薯富含澱粉、纖維及微量營養素，可作爲主食或蔬菜食用。此二類作物之蛋白質品質優良；雖單位能量較穀類與豆類低，然其每日單位面積食能產量而言，卻高於主要糧食作物。紅心甘薯與甘薯葉之維生素A含量豐富，對某些開發中國家的人民，尤其是小孩及婦女很重要，可避免維生素A缺乏症。

甘薯與馬鈴薯的澱粉較難消化，並會降低蛋白質利用率，若經烹煮後則可改善之。以動物試驗探求甘薯脹氣原因，則可發現澱粉引起的脹氣量遠高於糖與膳食纖維，約佔百分之八十五。再將馬鈴薯及甘薯澱粉與其他作物所引起的脹氣比較，可知甘薯、香蕉及馬鈴薯澱粉同屬於高脹氣澱粉，而綠豆、小麥、樹薯、米等則屬於低脹氣澱粉。脹氣現象亦可因烹煮而改善之。

惟膳食纖維愈來愈受重視，由甘薯品種間纖維成分分析得知，可以育種方式培育口感佳、且膳食纖維較高之品種。

（關鍵詞：甘藷、馬鈴薯、營養、維生素A、生物利用率、澱粉、消化率、脹氣、膳食纖維）

前　言

甘薯與馬鈴薯乃重要之塊根及塊莖作物。其利用之方式因地區而異，可用作糧食作物、飼料作物、蔬菜作物或抽取澱粉。兩者的原始產地雖都在中南美洲，但目前的產區則分佈廣泛。依聯合國糧農組織(FAO　1991)之統計，馬鈴薯之主要產區爲歐洲、蘇俄、北美洲、澳洲及南美洲，主要用作糧食。而甘薯則爲一典型之亞洲作物，產地集中在東亞及東南亞。除作爲糧食外，亦爲一重要之飼料作物。從作物的觀點而言，甘薯與馬鈴薯皆能有效的將光能轉變爲碳水化合物，兩者每天單位面積所能生產之能量皆高於穀類作物(表1)，而此一現象又以開發中國家最爲明顯。

由於一般開發中國家生產條件較差，而根莖類作物對環境的穩定性較高，即使在較惡劣的環境下仍能保持某一水準的產量。因其具有此一特性，甘薯等根莖類作物往往成爲”飢荒”作物，對災區或落後地區的營養有其特殊的重要性。唯根莖作物水份含量較高，不利於貯存與運輸，一旦市場經濟高度開發時，其重要性降低，此爲其缺點。

內　容

一、甘薯及馬鈴薯作爲糧食作物：

馬鈴薯及甘薯中最主要的營養素爲碳水化合物，尤其是澱粉質約佔其總乾物量之70%，

所含之各種營養素如表二所示，與其他主要作物比較則馬鈴薯之維生素C含量較高，而甘薯(紅心)則含有多量之維生素A。若以能量之建議量爲基礎計算各營養素之相對濃度可知，甘薯爲優等維生素A、良好維生素B、C及鐵之供源，而馬鈴薯亦爲維生素C及鐵豐富之食品（圖一）。

表 1 ・主要糧食作物之食能產量
Table 1・Yield of food energy of major crops.

Crop	Yield* t/ha	Energy content Kcal/100g	Days to harvest	Energy yield Kcalx104/ha/day
Rooted tuber				
Sweet potato	14.0	111	150	10.40
Potato	12.0	82	150	6.56
Cassava	10.0	135	350	3.86
Cereals				
Rice	2.0	341	140	4.87
Maize	1.2	349	130	3.22
Legumes				
Soybean	1.3	400	100	5.20

* Average yield of developing countries. (FAO 1991)

表 2・馬鈴薯與甘薯之一般成分分析
Table 2・Compositions of raw potatoes and sweet potatoes

Composition	Sweet potato*	Potato*
Energy (kcal)	116	80
Moisture (%)	70.2	78.0
Crude protein (g)	1.4	1.2
Fat (g)	0.4	0.1
Total carbohydrate (g)	27.4	18.5
Crude fiber (g)	0.9	0.5
Ash (g)	0.8	1.0
Ca (mg)	33	9
P (mg)	50	46
Fe (mg)	1.1	0.8
β-carotene (μg)	47 (Pale) 1468 (Yellow) 2108 (Orange)	0-trace
Vitamin B (mg)	0.11	0.10
Vitamin B (mg)	0.05	0.04
Niacin (mg)	0.7	1.5
Ascorbic acid (mg)	26	20

Source from Woolfe, 1987.
* per 100 g edible portion.

作爲糧食作物，甘薯與馬鈴薯雖富有碳水化合物，唯脂肪含量較低，導致能量密度較低。經炊煮後之甘薯與馬鈴薯的能量密度(energy density)各爲114Kcal/100g及76Kcal/100g，皆較穀類作物爲低。因此在消費型態上，應略爲增加油脂的含量，以提高其能量密度，油

炸爲可用方式之一。國外用馬鈴薯爲主食時，在調理上亦往往配合奶油以提高其能量密度。

蛋白質爲考慮糧食作物營養價值之另一重要因子。一般來說，甘薯及馬鈴薯之蛋白質含量並不高，低於一般穀類作物。但從質的層面來看，則兩者皆很優秀，其胺基酸評分(chemical score)對成人而言皆爲100(表3)。爲補充膳食中蛋白質含量應搭配蛋白質含量較高之食品，如豆類、肉類及乳蛋類食品。

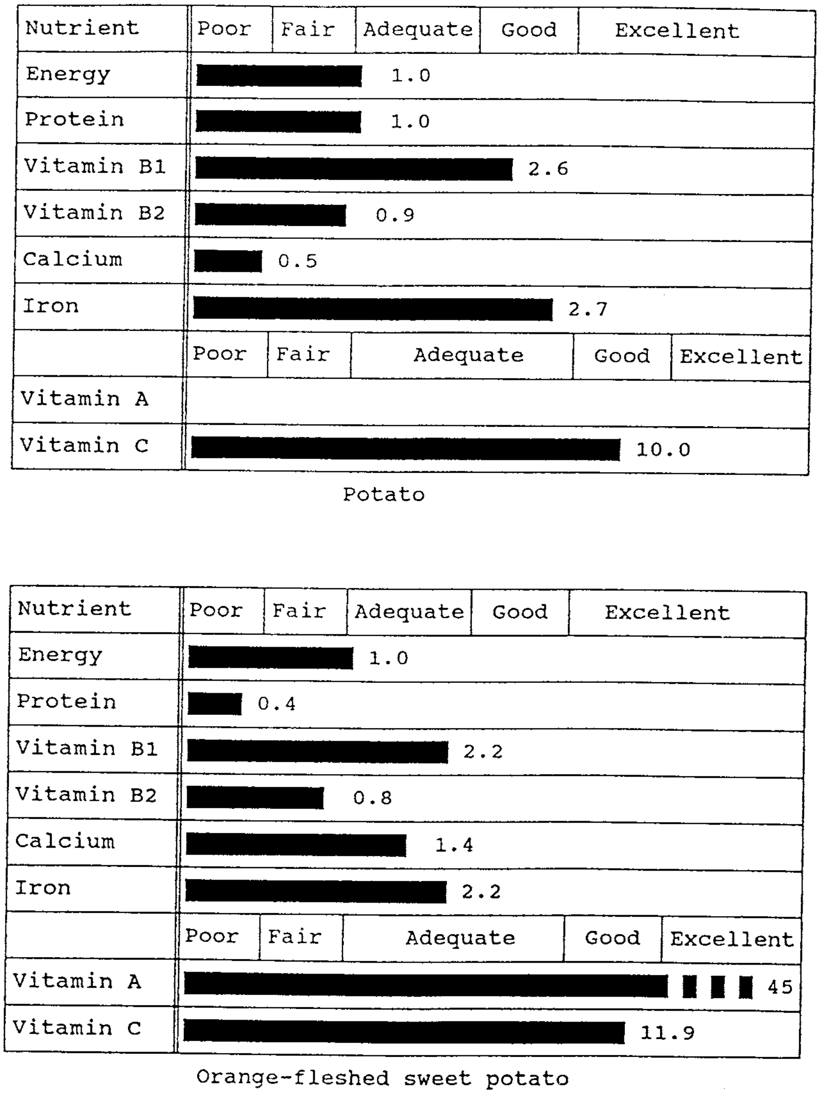


圖 一. 馬鈴薯與紅心甘薯之營養指標

Fig 1. Nutritional quality index of potato and orange-fleshed sweet potato based on relative nutrient density of food energy.

表 3. 馬鈴薯與甘薯對不同年齡層的胺基酸評分
Table 3. Amino acid scores* of potato and sweet potato for various human age groups

	Infant		Pre-school child		School child		Adult	
	Score	LAA**	Score	LAA	Score	LAA	Score	LAA
Potato	63	Leu	89	Leu	100	—	100	—
Sweet potato	60	S-AA/Lys	70	Lys	91	Lys	100	—

Source from Woolfe, 1987 and 1992.
* Calculated by

$$\text{Score} = \frac{\text{mg primary limiting amino acid per g test protein}}{\text{mg same amino acid per g reference protein}} \times 100$$

** LAA：limiting amino acid

二、甘薯及馬鈴薯之營養：

(一)維生素：

維生素A缺乏是開發中國家在國民營養上的一個主要的問題。大約有五十萬個兒童因缺乏維生素A而失明[1]。

紅心甘薯富含維生素A先質(provitamin A)—β－胡蘿蔔素 (β－carotene)，某些品種的β－胡蘿蔔素含量甚至高達11mg/100g鮮重，因此若一周內攝食200g紅心甘薯，則具足量之維生素A之營養。

亞蔬中心多年從事動物試驗，以評估各種蔬菜和水果之維生素A先質之生物利用率(bioavailability)。紅心甘薯除了具高含量之維生素A先質，其生物利用率也很高，而且甘薯中之β－胡蘿蔔素之生物利用率也顯著高於其他葉菜類(表4)，原因可能是由於甘薯中缺少可抑制β－胡蘿蔔素被吸收利用之抑制劑，如葉綠素及其他類胡蘿蔔素等[3,10]。

表 4. 蔬菜及水果之維生素A先質之生物利用率
Table 4. Provitamin A availability of vegetables and fruits.

Commodity	Availability*	Major carotenoids	
		Provitamin A	Nonprovitamin A
Spinach	12.88	β-carotene	Xanthophylls
chlorophylls			
Water convolvulus	11.62	β-carotene	Xanthophylls
chlorophylls			
Field mustard	12.23	β-carotene	Xanthophylls
chlorophylls			
Sweetpotato (TN66)	17.01	β-carotene	
Sweetpotato (1108-13)	14.86	β-carotene	
Mango (Irwin)	17.79	β-carotene	Xanthophylls
Mango (Native)	16.34	β-carotene	Xanthophylls
Pumpkin	23.03	α-carotene	
		β-carotene	
Carrot	17.83	α-carotene	
		β-carotene	
Papaya	22.35	β-carotene	
		β-cryptoxanthin	Xanthophylls
Papaya (TN-2)	23.60	β-carotene	
		β-cryptoxanthin	Xanthophylls
β-carotene standard	21.20	β-carotene	
β-carotene	21.03	β-carotene	

Source from Tsou, et al., 1985.

馬鈴薯是良好的水溶性維生素來源，尤其是維生素C，其含量受品種、成熟度等影響，新鮮採收時可高達30mg/100g，平均值亦有20mg/100g，但要注意的是在貯存與加工過程中，維生素C容易氧化或受熱而破壞，造成其營養價值的降低。

(二)澱粉：

甘薯與馬鈴薯是許多亞洲國家的澱粉工業中一種很重要的原料，其理化性質已被廣泛地研究[5,8]。甘薯澱粉顆粒之外觀形態是屬多角形，直徑範圍由2mm至2.5mm不等。含直鏈澱粉(Amylose)約18%，碘親和力(Iodine affinity)約3.66，糊化溫度爲58-63-69℃。馬鈴薯澱粉顆粒形狀屬卵形或橢圓形，而顆粒大小約40um，碘親和力爲4.3，一般直鏈澱粉量爲23%，糊化溫度爲62～75℃(表5)。

1.澱粉消化率（Digestibility）：

一般之根莖系作物之澱粉較難消化。甘薯生澱粉的酵素分解率低於米麥，經85℃炊煮後可以改善[11]。生馬鈴薯澱粉的酵素分解率最多只達15%，以70℃炊煮僅能提高至60%，而以沸水烹煮則可達90%的分解率[2]，所以雖然甘薯與馬鈴薯澱粉不易消化，炊煮可以有效的改善其消化率。

台灣從1970年代中期曾從事以甘薯飼豬，結果發現飼料效率(feeding efficiency) 偏低(4,6)。做動物試驗，飼料中以甘薯澱粉當做能量來源，以酪蛋白當做蛋白質來源，餵食老鼠，探求甘薯澱粉對蛋白質消化率的影響(11)。結果顯示，添加生甘薯澱粉之飼料明顯比玉米澱粉和預煮過的甘薯澱粉之利用率低，所以甘薯澱粉是影響飼料中蛋白質消化率的主要原因。而炊煮也可以改善之，然此過程耗費人力及燃料，只適合用在小規模豬戶，大規模養豬戶較受限制。亞蔬中心曾評估不同甘薯品種對蛋白質消化率的關係，結果有顯著性的差異(11)，因此甘薯之飼料品質應可透過育種的方式改良，提高其飼料效率。

動物試驗是一種最直接評估澱粉品質的方法，但由於耗時、費力、成本高，因此亞蔬中心曾發展出一簡易法—-0.5—於醱酵管中以胰液酵素分解澱粉成糖，再以酵母將糖消化，產生二氧化碳，以二氧化碳的量來表示澱粉之消化性(11)，此法操作簡單、試驗時間短，可應用於初步的品種篩選，必要時再以動物試驗確認之。

表 5. 甘薯及馬鈴薯澱粉之理化性質
Table 5 · Selected properties of sweet potato and potato starch

Property	Sweet potato starch	Potato starch
Protein content (%)	0.06～0.2	—
Ash content (%)*	Trace～0.51	—
Crude fiber (%)*	0.02～0.10	—
P content (%)	0.02	0.04
I2 affinity (%)	3.66	4.30
Gelatinized temperature (℃)	58～63～69	62～75
Granular size (um)	10 x 14	40
Brabender viscograms	Type B	—
Branch No. of amylose	7.9	—

* Less purified commercial samples are included.
Source from Lii, et al., 1978.

2.澱粉之脹氣問題：

甘薯導致脹氣之問題是亞洲地區消費者眾所皆知，但是甘薯導致脹氣之原因並未被廣泛研究。為了探求其肇因，將甘薯各成分如糖、膳食纖維、澱粉等予以分離後，分別餵食老鼠，並計算氫氣產生量，以代表脹氣之程度，結果發現澱粉佔甘薯之總脹氣量的85%，因此澱粉為脹氣產生之主要原因(12)。

評估亞蔬甘薯品種氫氣之產生量，不同品種間每克乾物重之氫氣產生量為26.0～71.1ml，品種間與澱粉含量之相關係數r為0.62(9)。

除了甘薯澱粉以外，探討其他作物如馬鈴薯、小麥、米等澱粉是否也具有相同之性質。甘薯、馬鈴薯及香蕉之澱粉屬於高脹氣性，而小麥、樹薯、綠豆、米等則屬於低脹氣性。圖1顯示甘薯及馬鈴薯澱粉於不同烹煮時間之氫氣產生量變化情形，兩種澱粉經過烹煮後，氫

氣產生量迅速降低。因此烹煮可改善澱粉所造成之脹氣。

脹氣現象實際上乃因澱粉在腸胃道中未能充分消化，而在大腸中由微生物醱酵、產生氣體之結果。因此，脹氣性與消化率有密切之關係。故消化率高之品種其脹氣性應爲較低，唯目前測定脹氣性之方法的精確度尙不足以檢測品種差異。

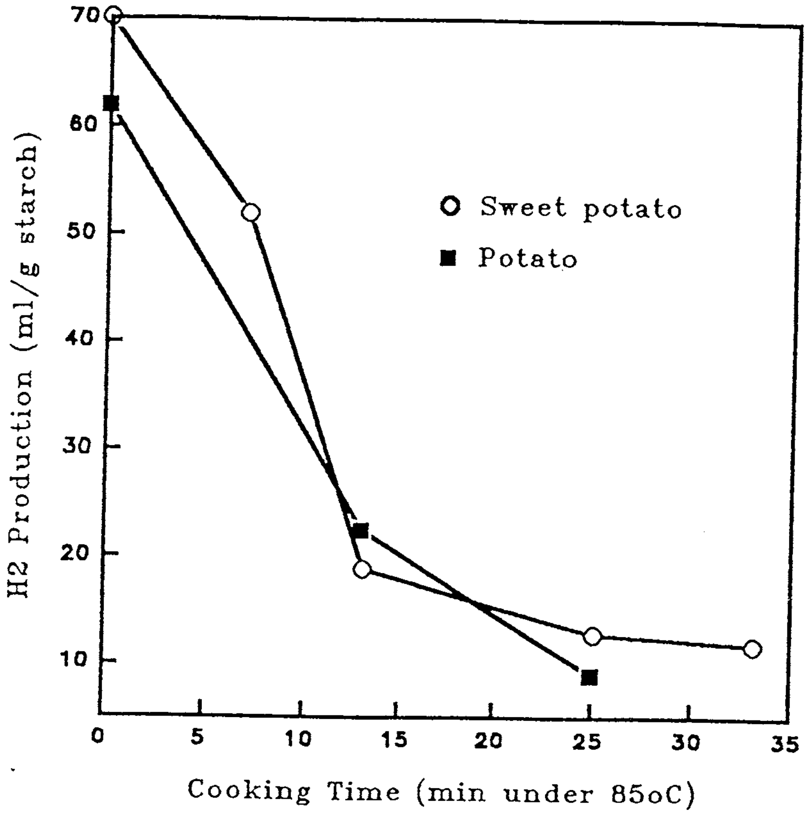


圖 二. 甘薯與馬鈴薯澱粉經烹煮後對老鼠脹氣之影響

Fig 2. Effect of cooking on respiratory hydrogen production induced by starch of potato and sweet potato.

(三)膳食纖維：

近年來膳食纖維對人類營養的功用已引起普遍的注意，很多學者更從事膳食纖維之生理功能的研究，如預防小腸疾病、礦物質之吸收、血液中膽固醇及許多分析方法之改進[7,14]大體而言，不溶性的纖維會影響腸蠕動，而可溶性或成膠纖維(gel-forming fiber)會降低血中膽固醇。粗纖維包含纖維素(cellulose)及木質素(lignin)。穀類麩皮所含纖維中以木質素最高，次爲纖維素；而大部分蔬菜包括馬鈴薯，纖維素含量較高，果膠質則較穀類爲多[16]。一般在甘薯中並不把粗纖維當作營養素，因爲其含量過高時會降低甘薯之口感，很多育種人員甚至嘗試以育種的方式降低甘薯品種之粗纖維，而提高其他膳食纖維之成分，不但具營養價值，且增加甘薯之口感。不同甘薯品種顯示不同之膳食纖維成分含量如表六所示，這些品種之乾物量(17～31%)及膳食纖維成分範圍均很大。這些數據建議或可利用育種方法培育出低粗

纖維而高膳食纖維之甘薯品種[13]。

表 6. 不同品種甘薯之膳食纖維成分分析
Table 6. Estimated polysaccharide composition of selected sweetpotato clones.

Variety	Dry matter(%)	Pectin substance	Lignin	Cellulose	Hemicellulose
1367	17.34	0.49	8.16	7.28	12.69
CN1121-312	19.09	0.68	7.49	6.64	12.47
CN942-47	21.53	0.29	3.98	7.64	11.04
CN1229-16	38.46	0.53	1.57	14.29	17.49
CN1425-3	36.75	0.92	4.89	16.26	21.08
CN63-74	38.70	0.40	4.59	13.70	17.29
CN1219-1	29.01	0.55	6.44	9.12	14.27
CN1229-14	23.88	1.07	9.33	7.39	12.89
CN1232-9	27.90	0.50	6.53	12.69	18.27
TN57	31.70	0.44	4.75	11.95	16.77

Unit：g/100g total carbohydrate+lignin
Source from Tsou, et al., 1992

三、甘薯葉之營養：

甘薯除了食用根部外，東方人也把甘薯葉當作蔬菜食用。甘薯葉的營養價值很高，比較各種不同葉菜之營養素含量可知,甘薯葉富含維生素A、B_1、B_2及礦物質鈣、鐵，且這些養營成分均高於常用之葉菜類。因此甘薯葉不但可補充台灣地區維生素B_1、B_2之不足；且含豐富的鐵質，鐵質攝取不足者（尤其婦女及貧血患者）食用甘薯葉可爲彌補。唯甘薯葉中草酸含量較高 (表6)，尤以老莖葉中最高，因此食用應以嫩葉爲宜[13]，因草酸會干擾鐵之吸收。

亞蔬中心曾從事葉用甘薯之育種試驗，營養價值固爲重要因子，但農藝性狀及消費者之接受性仍爲育種上主要之考慮。其中尤以豐產、採收容易、不易褐化及保鮮性良好等特性最爲重要。

表 7、甘藷葉之化學成分
Table 7. Chemical compositions of sweet potato tips

Cultivar	Dry matter (%)	Fiber	Ash (%)	Mineral Ca (mg/ 100g)	Mineral Fe (mg/ 100g)	Vitamin A (IU/ 100g)	Vitamin B (mg/ 100g)	Vitamin C (mg/ 100g)	Oxalate (%)
Dilaw	12	1.8	1.6	84	3.6	3520	0.31	33	0.39
Kinangkong	13	1.8	1.6	71	3.4	5390	0.36	37	0.39
PI 344138	13	1.8	1.5	72	3.9	5740	0.31	35	0.34
PI 344120	13	1.8	1.4	67	3.4	5390	0.37	43	0.36
Daja 380	14	2.0	1.6	72	3.6	4850	0.41	36	0.44
PI 318856	16	2.2	1.8	86	4.4	6650	0.35	44	0.42
Earlyport	12	1.8	1.5	72	3.6	4870	0.36	40	0.28
HM 16	15	1.9	1.7	73	5.0	5780	0.34	32	0.30
Rose Centennial	14	2.0	1.8	90	3.7	8320	0.36	73	0.45
BNAS-White (control)	16	2.3	2.1	58	4.8	5290	0.29	39	0.33
LSD (P=0.05)	1	0.3	0.3	NS	NS	NS	0.05	11	0.09

Source from Villareal et al., 1979.

結　論

甘藷與馬鈴薯除了有高量的澱粉質外，亦含豐富的膳食纖維、維生素與礦物質，然而在一般人的觀念中認爲此二者只是高能量來源的食物。就作爲糧食作物而言，甘藷與馬鈴薯不僅可作爲主食或和其他主食混合食用，更可能在饑荒時期替代其他的食物。另外，亦可在麵粉中添加甘藷粉，或發展甘藷粉工業增加其利用。若能再以育種方式培育而得較易消化的品種，則能增進其利用價值。此外，豐富的維生素、礦物質及膳食纖維提高了甘藷與馬鈴薯的營養價值，若將之視爲健康食品亦無可厚非。由纖維組成分分析可知，甘藷品種間膳食纖維的比例不盡相同，若能培育得高膳食纖維且低粗纖維之品種，則不僅可促進口感，亦可因此而提高其營養價值。

參考文獻

1. De Luca, L. M., J. Glover, J. Heller, J. A. Olson, and B. Underwood, 1977. Guidelines for the eradication of vitamin A deficiency and xerophthalmia. VI. Recent advance in the metabolism and function of vitamin A and their relationship to applied nutrition. A report of the International Vitamin A

Consultative Group (IVACG).

2. Hellendoorn, E.W., Van den Top, M., and Vander Weide, J. E. M. 1970. Digestibility 'in vitro' of dry mashed potato products. J. Sci. Food Agri. 21 : 71-75.
3. High, E. G., and H. G. Day, 1952. Fate of lycopene in the rate and its effects on the utilization of carotene and vitamin A. J. of Nutrition. 48 : 369-372.
4. Lee, P. K., Y. F. Yang, and S. S. Lin, 1963. Comparative studies on nutritional value of sweet potato chips and corn as animal feed. Taiwan Livestock Res. 1 : 1-18. (Chinese)
5. Lii, C. Y., and M. S. Chang, 1978. Studies on the starches in Taiwan. Pages 416-423, in Proceedings, National Science Council. Vol. 2. No. 4, 1978. ROC.
6. Lin, Y. T., 1978. Effect of partially replacement of corn by sweet potato on feeding effeciency for hog raising. Scientific Agr. 26(1-4) : 139-141. (Chinese)
7. Mendeloff, A. I., 1984. Dietary fiber and nutrient delivery. Bristol-Myers Nutrition Symposia. 3 : 209-237.
8. Palmer, J. K., 1982. Carbohydrates in sweet potato. Page 135-140, in Sweet Potato, ed. by R. L. Villareal and T.D. Gridds. In Proc., The First International Sweet Potato Symposium, AVRDC (Asian Vegetable Research and Development Center), Shanhua, Taiwan, ROC.
9. Tsou, S. C. S., and M. H. Yang, 1984. Flatulence factors in sweet potato, ACTA Horti. 163 : 179-186.
10. Tsou, S. C. S., and K. K. Kan, 1985. Availability of provitamin A in sweet potato. Page 305-306, in Progress report 1985, AVRDC(Asian Vegetable Research and Development Center), Shanhua, Taiwan, ROC.
11. Tsou, S. C. S., K. K. Kan, and S. J. Wang, 1987. Biochemical studies on sweet potato for better utilization at AVRDC. Pages 197-211. In Proc. of Int'l Sweet Potato Symp. IDRC, PRCRTC, PCARRD, SEAMEO, SEARCA, V_1SCA, 20-26 May 1987, V_1SCA, Baybay, Leyte, the Philippines.
12. Tsou, S. C. S., and T. L. Hong, 1988. Digestibility of sweet potato starch. Pages 127-136, In Proceedings of Workshop on Sweet Potato Improvement in Asia. CIP, ICAR, CTCRI, 24-28 Oct. 1988, ICAR, Trivandrum, India.
13. Tsou, S. C. S., T. L. Hong, 1992. The nutrition and utilization of sweet potato. Pages 359-366. In Proc. of Symp. on "Sweet potato technology for the 21st century" ed. by W. A. Hill, C. K. Bosi, and P. A. Loretan. Tuskegee University, Tuskegee, Alabama, USA.

14. Vahoumy, G. V., S. Satchithanandam, I. Chen, S. A. Tepper, D. Kritchevsky, F. G. Lightfoot, and M. M. Cassidy, 1988. Dietary fiber and intestinal adaptation : effects on lipid absorption and lymphatic transport in the rat. American J. of Chem. Nutrition. 201-205.

15. Villareal, R. L., S. C. S. Tsou, S. K. Lin, and S. C. Chiu, 1979. Use of sweet potato (*Ipomoea batatas*) leaf tips as vegetables II. Evaluation of yield and nutritive quality. Experimental Agriculture. 15(2) : 117-122.

16. Woolfe, J. A., 1987. "The nutritional value of the components of the tuber" In : Potato in the human diet. Cambridge University Press. London, UK. p. 19-57.

17. Woolfe, J. A., 1992. "The nutritional value of sweet potato roots and leaves" In : Sweet potato, food resource. Cambridge University Press. London, UK. p. 118-179.

The Nutritional Value of Sweet Potato and Potato

Ray-Yu Yang, Tuan-Liang Hong, and Samson C. S. Tsou
Asian Vegetable Research and Development Center, Shanhua, Tainan, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

Sweet potato and potato, as food rich in starch, fiber and micronutrients, are suitable for staple food or vegetables. Both of them contain high quality protein. The two crops have lower energy contents but higher energy yields than many cereal and legumes. With high concentration in vitamin A, the red-fleshed roots and green tips of sweet potato could be used as a means to prevent vitamin A deficiency in the developing countries. The starch of both sweet potato and potato is hard to be digested and leads to flatulence. Besides, it reduces the availability of protein. These detrimental effects could be lessened if the tubers of sweet potato and potato are consumed in the cooked form. The factors affecting the occurrence of flatulence has been studied in the animal feed experiment. The experimental results showed that starch contributed to 85% of hydrogen production which is higher than resulted from sugar and dietary fibers. As compared to other crops, the starch of sweet potato, banana, and potato produced higher hydrogen than mungbean, wheat, cassava and rice. The importance of dietary fibers to human health is much emphasized nowadays. The analyses of fiber contents among different varieties of sweet potato demonstrated that new varieties with better eating quality and higher dietary fibers content could be developed by breeding.

(Key Words : Sweet potato, potato, nutrition, bioavailability, starch, digestibility, flatulence, dietary, fiber.)

甘藷之營養與食用法

林妙娟
花蓮區農業改良場

摘　要

甘藷的塊根含有醣類、蛋白質、維生素、礦物質和膳食纖維等營養素，營養價值不亞於米麵食，是一種良好的主副食品。其葉部之營養成份亦高於一般蔬菜，用於製作菜餚頗適合國人口味，是為鄉土菜餚之一。所含之纖維素質地細緻，不傷腸胃、老少咸宜；對預防文明病與維護身體健康有重要功能，是醫學營養專家所推崇的膳食纖維來源。由於本省氣候和土壤適合栽培，加以近年來經由育種專家的改良，產量與食味均優於往昔，且價格低廉。無論調理為主食、副食或菜餚，均可堪稱：風味與營養兼具的健康食品，是值得國人多多食用。

（關鍵詞：甘藷品種、甘藷營養、甘藷食用法）

前　言

甘藷屬於旋花科，為蔓性草本植物。會開類似牽牛花的淡紫色花。因沒有種子，以塊根取苗或將莖蔓的一節插枝來繁殖。它會在根部貯藏澱粉，塊根就是甘藷。塊根澱粉含量高，除可供主食、調製菜餚、製粉、飼料外，亦可做為工業上的用途如做為水飴(糖漿、麥芽糖)、葡萄糖、酒精、蜜餞、檸檬酸、味精、糊漿、罐頭及糕餅點心等。甘藷頂芽及嫩葉可做為蔬菜食用，老葉及莖蔓可供養豬飼料。

除了供食，甘藷可用培養土栽培於盆中，或以裝有營養液的玻璃瓶培養，即為別具一格的美麗盆栽，可美化您的居家環境。甚而，可做為親子共樂的最佳生活題材，或供學校教學上的良好教材。

甘藷是良好的食品，亦即含有較完全的營養成份，諸如蛋白質、醣類、脂質、維生素和礦物質等。又，其蛋白質中的氨基酸之組成為必需氨基酸，堪稱品質良好的蛋白質；豐富的維生素Ａ、Ｃ和纖維素對人體健康之功能有很大的幫助，可預防文明病；做為主食，其熱量較米麵食為低，不易使人肥胖。此外甘藷葉，是一種四季皆有的健康蔬菜；它抗病蟲害較强，少噴農藥；善加調理，風味良好；營養成份不亞於一般蔬菜，且價格低廉；在颱風季節及缺乏蔬菜的時期，可多吃甘藷葉或甘藷替代其他青菜。

過去，飼餵豬的主要飼料是甘藷及其莖葉；困苦人家亦常以甘藷為主食，並採食甘藷頂芽和嫩葉。因此，過去甘藷被俗稱「豬菜」；「吃甘藷」也就成為「貧窮」的象徵。導致國人的觀感是為「劣品」，所以販賣者從不去「打扮」，以致無法獲得購買者「青睞」，販賣價格自然無法提高；購買者視其「不雅」，不願多買，並認為如將之做為佳餚上桌宴客有失禮之嫌。其實在美國、日本等先進國家，甘藷是列為身價頗高的農產品；由其被「打扮得整

潔」擺置在超市的架上，及其所標示的販賣價格足以證明。尤其在美國，甘藷反而被視爲珍品，祇在客人來時才可上桌款宴，這和國人對待甘藷的態度迴然不同，據說在那兒的身價是馬鈴薯的四倍。

除了國人對甘藷的偏差態度外，另一個被國人排斥的理由，是有些人吃了甘藷會有「飽脹」、「溢酸」、「放屁」等現象。「飽脹」是由於甘藷中的不被消化吸收的膳食纖維所使然。這種「飽脹感」，開始或許有點不習慣，但常吃，則胃腸能夠適應，這種現象也就自然消失。何況，「飽脹感」能幫助有意減肥者降低熱量的攝取呢！「溢酸」的現象較易發生在許久未吃，又一次食量太多才會有；如果能以小量漸增，讓胃腸逐漸適應，那麼胃液之分泌不致太多，而溢酸的現象就不會發生。「放屁」是由於不被吸收的膳食纖維到大腸時，使腸內好氣性菌－乳酸菌驟增，產生大量的副產品便是氣體，「放屁」也就因此而發生。其實，只要經常吃甘藷，腸胃適應了，就不會有這種現象發生；何況吃甘藷放的屁並不臭，無礙社交生活。總而言之，多吃甘藷讓胃腸適應，則「飽脹感」、「溢酸」、「放屁」之小小瑕疵即可消除。

選購甘藷，以不破皮，不發黴、不長芽、無病蟲害的爲宜。破皮不耐貯藏，如未能儘快食用，則易發黴，發黴的甘藷吃進人體，對健康有不良影響。長芽的甘藷，不像馬鈴薯發芽會產生有害人體的毒素，但會影響甘藷之營養和食味。感染病蟲害的甘藷，除不耐貯藏、不漂亮外，亦影響甘藷的風味與口感。因此甘藷要購買完整、新鮮的，如要存放數日，則可攤開放在通風良好的地方，切忌仍以塑膠袋包裝置放在室溫中；如要放長久些，則以紙張包裝冷藏在冰箱下層。甘藷葉之選購與一般蔬菜雷同，是以葉片肥厚完整、質地細嫩，水份充足者爲佳。

無論是以甘藷的塊根、頂芽或嫩葉調理成的食品，風味皆適合國人，是以堪稱爲最具代表的「鄉土菜餚」。爲了介紹國人有關甘藷的食用法，筆者就主食、點心、菜餚等類別，分別以取材容易的配料各試製多種食譜，供大家參考採用。

內　容

壹、甘藷品種的特性及用途

在台灣所栽培的甘藷品種很多，每一品種均有其特性，在用途上也有些差異。就塊根而言，有白皮黃肉、白皮紅肉、黃皮黃肉、黃皮白肉、黃皮紅肉、紅皮白肉、紅皮黃肉、紅皮紅肉、紫皮紫肉等。就葉色來分，有青色葉、黃色葉、褐色葉、白綠葉、紅色葉、紫色葉等種類。依葉形分爲三角葉、圓葉，如再細分有粗三角葉、細三角葉、大圓葉、小圓葉等。常見的品種有：（見表一）

表 一、甘藷品種、特性及用途
Table 1. Species characteristics and use of sweet potato.

品　　種	塊根形狀	表　　　皮	肉　色	用　　　　　　途
台南15號	紡錘形	赤紫色	黃色	食用或製澱粉和飼料用。
台南17號	長紡錘形	淡紅色	淡黃色	飼料和製澱粉用。
台農57號	紡錘形	棕黃色	橙黃色	蒸煮或烘烤。
台農62號	下膨紡錘形	淡紅褐色	橙紅色	蒸煮或羼入米飯中蒸煮食用。
台農63號	短紡錘形	鮮紅色	深橙紅色	加工製罐或蜜餞用。
台農64號	紡錘	淡棕黃，且光滑	深橙紅色	蒸煮或羼入米飯中蒸煮食用，或製蜜餞。
台農65號	短紡錘形	淡紅褐色	橙紅色	食用及飼料用。
台農66號	長紡錘形	淡棕紅，尙光滑有脈紋	橙紅色	食用、食品加工及飼料用。
台農67號	長紡錘形	淡紅，光滑無脈紋	橙黃色	食用及澱粉用。
台農68號	紡錘形	淡黃，尙光滑	淡黃白色	食品加工製餡及油炸物用。
台農69號	長紡錘形	深紫紅，光滑	深橙紅色	蒸煮及烤食用。
台農70號	紡錘形	紅褐，光滑節眼深	深橙紅色	蒸煮及食品加工用。
桃園1 號	紡錘形	淡紅色，尙光滑	橙黃色(帶紫暈)	炸藷條、烘烤、供甘藷餅製餡及食用。
金門種	紡錘形	淡棕黃	黃色	蒸煮食用。

貳、甘藷的營養成份

一、甘藷塊根的營養成份

甘藷屬於澱粉質根莖類，所含營養成分以澱粉亦即醣類爲主，次爲蛋白質、維生素，而脂質及礦物質含量較少。此外，近年來被重視的膳食纖維含量不少。

由表（二）可知，甘藷熱量比米飯、麵食少，如以煮熟計算則每 100公克的熱量應爲85卡；蛋白質之量較熟麵爲多，品質亦較米飯、熟麵、馬鈴薯、芋頭等四種爲佳；纖維、鈣、維生素A與C則爲五種之冠；鐵、維生素B_1和B_2亦均較米食爲高。因此，甘藷值得推廣做爲主食。

二、甘藷葉的營養成份

甘藷之頂芽及嫩葉，是爲良好的綠葉蔬菜，其營養成份不亞於一般綠葉蔬菜，甚至有略勝一籌呢！

由表（三）得知，甘藷葉的蛋白質、脂質、纖維、磷和維生素B_1是爲五種之冠，而鈣、鐵、維生素A、B_2和C等五種之含量亦頗高，因此甘藷葉是值得多加食用。

表 二、甘藷、米飯、熟麵、馬鈴薯、芋頭等澱粉質根莖類之營養成份分析比較：
Table 2. Comparison of the nutrient composition of the starch tuber for sweet potato with cooked rice、cooked spagetti、potato etc..

食物種類 (100公克)	熱量 (卡)	蛋白質 (公克)	脂質 (公克)	醣類 (公克)	纖維 (公克)	礦物質 鈣 (毫克)	礦物質 磷 (毫克)	礦物質 鐵 (毫克)	維生素 A (國際單位)	維生素 B (毫克)	維生素 B (毫克)	維生素 C (毫克)
甘藷	113	2.3	0.3	25.8	1.2	46	51	1.0	7,100	0.08	0.05	20
米飯	158	2.8	0.4	34.5	0.1	4	51	0.9	0	0.01	0.01	0
熟麵	131	1.8	1.0	29.4	0.1	19	42	1.2	0	0.01	+	0.4
馬鈴薯	75	2.3	0.1	16.9	0.4	7	58	0.7	0	0.07	0.04	7
芋頭	112	3.1	0.2	25.2	1.1	41	100	1.2	0	0.28	0.07	16

表三、甘藷葉、菠菜、空心菜、芥菜葉、綠莧菜等綠葉蔬菜之營養成份分析比較：
Table3. Comparison of the nutrient composition of the green leaves for sweet potato leaves with spinach、 water convolvulus、mustard leaves、green amaranth etc..

蔬菜種類 (100公克)	熱量 (卡)	蛋白質 (公克)	脂質 (公克)	醣類 (公克)	纖維 (公克)	礦物質 鈣 (毫克)	礦物質 磷 (毫克)	礦物質 鐵 (毫克)	維生素 A (國際單位)	維生素 B (毫克)	維生素 B (毫克)	維生素 C (毫克)
甘藷葉	21	3.0	0.7	2.3	2.0	153	81	3.6	7,000	0.14	0.21	21
菠菜	16	2.3	0.2	2.4	0.8	70	36	2.5	10,500	0.04	0.18	60
空心菜	19	2.3	0.7	2.1	0.9	94	36	1.4	4,200	0.07	0.20	43
芥菜葉	15	2.1	0.2	2.3	0.7	180	61	2.0	3,500	0.06	0.13	180
綠莧菜	32	1.8	0.5	6.6	1.3	300	66	6.3	1,800	0.06	0.23	17

參、甘藷的營養價值

一、甘藷與米食一起食用，可提昇營養價值

甘藷之蛋白質品質優良，其蛋白質中氨基酸的組成，除所含甲硫氨酸及色氨酸等兩種較少外，其餘的必需氨基酸組成甚高，可用於補充米食和麵食中所不足的幾種必需氨基酸，亦

即能提昇米食和麵食中蛋白質的營養價值。因此，甘藷與米或麵粉一起調理食用，可達食物之營養「互補作用」，提昇食物之營養價值。

二、甘藷含高量的維生素A和C

甘藷富含維生素A，足以和胡蘿蔔媲美，尤其是紅心甘藷甚而超過。因此，每天如能吃紅心或黃心甘藷，則不用耽心維生素A不足。除維生素A外，它所含維生素C的含量亦是不容忽視的，由表列之澱粉根莖類可知是最高，而外諸如豆類、蛋類、肉類更是不如它。即使水果中的蘋果、香蕉、葡萄，以及蔬菜類中的莧菜、小黃瓜、胡蘿蔔，亦均不比它多。

三、所含的膳食纖維老少皆宜攝取

根據醫學營養專家董大成教授所作的實驗，發現甘藷含有大量的食物性纖維，這些纖維是為不被消化吸收的醣類，是甘藷細胞的外壁。青菜的纖維，一絲一條簡直歷歷可數，有的甚至無法吞嚥。但是甘藷的纖維細緻，因此成為老少咸宜的最佳膳食纖維來源。

四、膳食纖維對人體健康功能多多

甘藷及其葉片含有不少的膳食纖維，而膳食纖維是近年來頗受重視的一種食物成份。

以下介紹膳食纖維對人體健康的功能：

㈠促進胃腸蠕動

由於纖維不被消化吸收，像海綿一樣，致使大便的體積膨大，而刺激腸壁，促使大便排出體外，可預防便秘，此外由於纖維使糞便體積增大，稀釋了可能致癌的有毒物質之濃度。也因刺激腸道蠕動，加快腸道排空速率，使腸內細菌沒有足夠時間生成有害物質。因此，不但可預防便秘，亦可減少痔瘡、大腸癌之罹患率以及毒素之產生。

㈡增加飽食感，減少熱量之攝取

由於膳食纖維可增加體積，且消化慢，有助於食量之控制，減少熱量之攝取，對於體重過重者，不致於飲食過量。

㈢降低膽固醇，增加油脂之排出

由於纖維質可與膽酸和固醇類物質結合在一起，由糞便中排除，致使膽酸被身體再吸收量減少，而必須分解較多的膽固醇和油脂來製造膽酸，因此可間接促使膽固醇代謝和增加油脂之排出。

㈣有助於糖尿病患者之血糖控制

纖維質能減緩醣類的吸收速率，所以糖尿病患者，如能適量攝取纖維質，則血糖的上升較緩慢，對胰島素的需要量減少，對血糖上升的控制較佳。

㈤減少憩室形成或發炎現象

有足夠的纖維質促使腸內壓減少，而不致使腸壁較薄弱的地方因受力向外凸出形成憩室。即使已形成憩室，亦因纖維之刺激而使食物渣滓儘快通過腸道，致使食物粒子不易掉落憩室中，減少細菌感染引致憩室炎。

㈥幫助消化，減少蛀牙

纖維素增加咀嚼，延長嚥下食物的時間促進消化液分泌，幫助消化；並因咀嚼有助於剔

除牙縫之渣滓，減少罹患蛀牙，增進牙齒健康。

五、文明病與甘藷

國內常見的文明病有腦血管疾病、糖尿病、心臟病、癌症、便秘、高血壓、高脂質血症、膽結石、肥胖等，這些文明病根據國內外醫學營養專家的實驗調查，發現均與飲食有關，特別是與飲食中的膳食纖維攝取量之是否足夠有密切關係。又由前述膳食纖維對人體功能的效益，亦能推斷對文明病的預防，有其不容忽視的重要性。

六、甘藷能增加體力，養顏美容

甘藷可提供與米飯相近的活動能源，並富含維生素A、C和膳食纖維，而另外亦因甘藷之澱粉和膳食纖維有益腸內乳酸菌的形成。

乳酸菌在腸內，不但可製造對身體有用的維生素如維生素B_2、B_6。同時生長時所產生的乳酸，又可以使糞便變成酸性，而不利於致癌物質亞硝胺的生成，提高免疫能力，對於防止老化也非常重要。

維生素A、C和B_2對於養顏美容是不能缺少的營養素。維生素B_6缺乏，則蛋白質、脂質代謝會異常，造成醣類代謝負擔增加，對糖尿病者不利。

七、減輕人體之代謝負擔

甘藷爲「生理的鹼性食品」，而現代人飲食型態較偏向「生理的酸性食品」，諸如肉類、魚類、甜食和米麵食類等，因此如能在主食中羼入部分甘藷，在菜餚和點心製作上多用些甘藷來調製，則可達「均衡酸鹼食品」，減輕人體之代謝負擔。

肆、甘藷的用途

過去，台灣所栽培的甘藷主要是供作飼料用，其次做爲工業上的用途，少部分用於輔助糧食或製做點心、菜餚。近年來由於用途改變及加强品種改良，所栽培之甘藷，主要是以供食用或工業用途，作爲飼料已較少。由於甘藷品種的不同，其成份有些差異，特質亦有別，因此在利用上就有些區別。

有關在品種上的特性與主要用途在前面已有介紹。其用途大致上有下列五種：

一、提供人類作爲主食或副食或製作菜餚

甘藷塊根富含醣類，是爲提供熱量的經濟來源，很適合做爲人類的主食或副食。主食諸如甘藷飯、甘藷粥、甘藷粿、地瓜包、饅頭、蒸餃等，或副食諸如圈餅、巧果、果凍、羊羹等，其蛋白質因其組成的氨基酸爲人類所必需的氨基酸，品質優良；維生素A、C之含量豐富，特別是紅心甘藷所含維生素A是爲所有澱粉根莖類中最多的一種，亦是當今國人膳食營養上所需要加强的營養素之一。所以，將甘藷作爲主食替代馬鈴薯製作成菜餚，則可提供飲食中所欠缺的營養素，對於人體之健康有莫大的功能。

二、是爲食品加工業的良好材料

由於甘藷塊根的澱粉含量高，還原糖含量低，作爲油炸物如藷片、藷條等，產品之品質

優良。甘藷澱粉可作肉圓、粉圓、涼圓、冰淇淋、芡粉等主要原料。在加工上甘藷可蒸熟搗成泥製成花蓮薯、甘藷餡、雪片、煎餅、冷凍甘藷、饅頭、菜包、餃子、麵包、圈圈餅、巧果、甘藷小西點、麵條、蜜餞以及製成罐頭。尤其製成花蓮薯之風味特佳，因此也就成爲聞名全省的地方名產，特以流程圖介紹花蓮薯的製作法。

白豆沙焙炒——↓

甘藷洗淨→蒸熟→刮皮→攪成泥狀→ 甘藷泥加糖、油熬煮——→ 混合
攪拌均勻→搓成甘藷型條狀→塗蛋液→烘烤→成品

花蓮薯製作流程圖
The step of make of Hua-lien shuu.

三、作爲工業上的原料

甘藷在工業上的用途亦很多，諸如酒精、飴糖、醋、糊漿、澱粉、檸檬酸、葡萄糖、味精以及澱粉等產品均以甘藷爲主要原料。

四、供作家畜的飼料

甘藷原本是本省的重要飼料。近年來，乃因飼養方法的改變，將原本以甘藷爲飼料改以玉米等飼料替代。其實，由甘藷作成之飼料乃是重要飼料；根據專家研究發現，以甘藷飼料替代部分玉米時，對豬隻飼養效果不錯，可達良好增重及飼料利用的效率，且對豬肉之品質沒有不良影響。因此，將甘藷替代部分的玉米作爲飼料是可行的。

五、甘藷葉可供作人類之菜餚及家畜的飼料

甘藷葉營養成份良好由表（三）之營養成份分析表，可知甘藷葉供爲人類或家畜之營養素是豐富的，對於人體或豬體之生長、健康有助益。又謂，甘藷葉含多量的乳白色汁液及葉綠素，常食，可促進血液循環，乳婦則能增加泌乳量。對於食用甘藷葉，近年來已有經過改良的專屬食用甘藷葉品種，不僅軟嫩且較無「甘藷葉腥味」，消費者不妨留意並試吃，或許食後會說「口感和食味不亞於空心菜嘛！」。有關甘藷葉之品種在前面已略有敘述。老硬之甘藷葉和莖蔓以鮮食或煮食供做豬隻飼料，對於豬隻之生長有促進的效果。

伍、甘藷的食用法

甘藷是澱粉質根莖類，在利用上，除可直接用於烹調外，亦可經加工製成澱粉再調理成各式食品。經由本場研究，甘藷可用於調理主食、副食、菜餚等食品。爲期使消費者能多加食用，特別以取材容易，調理簡單的原則，詳加介紹五十六道食譜並印製成冊，提供消費者參考。於下就甘藷的食譜製作方法介紹之：

一、直接利用上之調理法：

(1)可蒸、煮至熟爛，搗成泥狀或糊狀，供製作丸子、糕餅、饅頭、包子、餃子、餡餅、

羊羹及花蓮藷等。

(2)可切塊、切絲、切丁，用於煮排骨湯、羅宋湯、米粉湯、濃湯等。

(3)可切滾刀塊油炸過，用於紅燒、粉蒸或拔絲等。

(4)可煮熟，切丁或搗成泥狀，調製沙拉。

(5)可切丁、切絲，用於搭配肉類或蔬菜類拌炒。

(6)可切片、切條油炸，成薯片、薯條。

(7)切絲拌麵糊油炸，或再加其他配料做成煎餅。

(8)可與米飯搭配，煮清粥、甜粥、鹹粥、炒油飯、珍珠丸子或做成飯捲。

(9)可與豆類等一起煮爲甜湯類。

(10)可與糖熬煮製成蜜餞。

二、加工製成的澱粉利用：

(1)製成肉圓、涼丸、涼條、粉圓等點心類。

(2)可爲油炸裹物如炸肉排、魚排。

(3)可爲勾芡、煮濃湯用之芡粉。

(4)可爲烹煮肉類使之滑嫩效果好的嫩精劑。

參考文獻

1. 李良，1985·甘藷栽培技術。農委會，農林廳編印。
2. 李良等，1985·甘藷新品種台農66號之育成。台灣農業，20(1)：21-33。
3. 李良等，1985·甘藷新品種－台農68號。台灣農業，21(6)：45-50。
4. 李良等，1991·甘藷新品種－台農69號。台灣農業，27(5)：33-44。
5. 李錦楓，1985·甘藷。食品工業，17(10)：56-57。
6. 吳昭其，1991·台灣的蔬菜。渡假出版社有限公司。
7. 來隆祚，1987·甘藷、芋頭、洋芋的營養。農業周刊，13(48)：8-9。
8. 邱健人，1988·多吃甘藷，防止老化。農業周刊，14(15)。
9. 周廷光，1986·蔬菜，淑馨出版社。
10. 陳克廉，江文章，1985·甘藷加工適性之研究。食品科學，12(3.4)：163-172。
11. 葉松鈴，1989·營養專家對食物纖維大感興趣。農業周刊，15(3)：12-13。
12. 廖嘉信等，1985·甘藷新品種－台農67號。台灣農業，21(6)：41-44。
13. 薛聰賢，1985·蔬菜農業。中國時報專欄。
14. 董大成等，1961·台灣產常用食品之營養成份。

The Nutritional Value and Recipe of Sweet Potato

Miao-Chuan Lin
Hualien District Agricultural Improvement Station,
Chi-an, Hualien, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

The major nutritional components of the root tubers of sweet potato include carbohydrate, protein, vitamins, minerals, and dietary fiber. As the nutritional value of sweet potato is comparable or even higher than that of rice and spaghetti, the root tubers of sweet potato are considered an ideal staple or supplement food for human beings. As the vines of sweet potato plant are also high in nutrients and fine in texture as compared to other vegetables, they are widely consumed by the Chinese especially in the summer season when the supply of vegetables can not meet the market demand. Both the root tubers and vines of sweet potato are considered healthy foods due to their contents of tender dietary fiber and vitamin A which function to prevent the occurrence of disorders. This paper introduces the recipes of preparing sweet potato products for human consumption.

(Key words : sweet potato, root tuber, vines, recipe, nutrition.)

根莖類農產品（芋頭、甘藷）於烘焙加工產品之應用

施坤河
中華穀類食品工業技術研究所

摘　要

由於芋頭、甘藷等省產農產品之產量過剩，在進口農產品競爭下，始終無法提高其經濟利用價值，惟其營養價值高，具有膳食纖維及特殊風味，如用於烘焙產品加工上，不但能突顯烘焙產品特色，且可提高農產品之利用價值。

因此，本計畫在農委會之補助下，利用芋頭、甘藷等農產品原料，以各種不同之加工方法開發，改良而添加於烘焙產品中，並製作成使用手冊，於全省北部、中部、南部及東部各辦一場推廣講習會，講習會成果有八成以上之烘焙業者對此次活動及產品之接受性極高，希望能藉此活動和烘焙加工業者一起投入農產烘焙加工產品之開發與改良，以提昇農產品之利用價值。

（關鍵詞：甘藷、芋頭、糙米、米糠、訓練、推廣）

前　言

省產農產品中，除了稻米之外，芋頭與甘藷亦爲重要之農作物，但於加工之應用上，芋頭與甘藷仍僅侷限於各地名產加工業者之利用或用於季節性之加工產品，例如：甘藷餅、花蓮薯、糖蜜甘藷、芋頭餅等，在食品加工之利用方面，其經濟效益並不高，近年來由於省產農產品在進口農產品(例如杏仁粉、椰子粉等)之競爭下，造成消費量減少，以致產量過剩，故如何將芋頭、甘藷等省產農產品有效且多樣地應用於加工上，開發較高經濟價值之產品，以提昇農產品經濟效益，爲目前農業政策之重要課題，亦爲食品加工業者應努力的方向。

由於芋頭、甘藷等農產品具有高膳食纖維，對於飲食漸趨精緻者可預防文明病之發生，故爲一極佳之食品加工原料，若利用於烘焙產品中，不僅可提高產品之營養價值，更可增加產品之色澤、風味及口感，提昇產品之特色，進而取代杏仁粉、椰子粉等高單位進口原料之利用，故將芋頭、甘藷應用於烘焙產品應爲一可行之道。以往除了芋頭已於烘焙加工及冰淇淋製作上被應用外，甘藷於烘焙產品之利用性並不高，然而一般多以餡類之加工爲多，若用於產品之製作中添加，對於其風味、品質及添加量則烘焙業者在使用上知識較爲缺乏，始終無法廣泛應用。因此，本計劃之重點，乃集合以前專家學者對此類農產品研究成果，經研究改良其材料使用之方便性後，製作成符合烘焙業者所需之現代化產品，並至全省北區、中區、南區及東區各選擇一場地製作產品，並經由產品展示、講解及試吃進行問卷調查，並進行

溝通，以瞭解全省烘焙業者，對此類農產品應用於烘焙加工之態度與接受性。

目前由於烘焙市場之競爭激烈，烘焙業者對於新產品之開發更爲迫切需要，此次將農產品應用於烘焙產品之推廣活動，乃爲一拋磚引玉之行動。希望烘焙業者亦可由被動轉爲主動來開發改良此類產品，使產品加工多樣化，俾更多的農產烘焙加工產品呈現於消費者面前，如此不斷持續且廣泛地推動，相信必可提昇省農產品之利用價值

本次研發實用性產品有：

(1)麵包類：芋類丹麥麵包，甘薯營養土司，雙色甜麵包，甘薯餐包，雙色甜土司等。

(2)蛋糕西點類：環狀甘薯蛋糕，芋頭甘薯生日蛋糕，蛋皮小點心(羊羹)，香芋貝殼蛋糕，香芋慕斯，甘薯酥餅，雙色小西餅等。

內　容

一、芋頭

1.概述：

芋頭年產量約在7－8萬噸，其風味無論在烘焙加工及冰淇淋製作上，被接受性都很高，然一般仍在於餡類的加工爲多，對於風味及品質上以及添加的量，烘焙業者在使用上知識都缺乏。

2.芋頭營養成分：

水份	蛋白質	脂肪	碳水化合物	粗纖維	灰份	熱量
83%	2.5%	0.1-0.2%	12%	0.5%	1.5%	60(卡/100卡)

3.芋頭種類：

檳榔心芋、麵芋、紅芋、黃心芋、烏播、狗蹄芋。

一般使用以檳榔心芋較多，香味也較好。

4.芋頭添加於烘焙產品之影響：

(1)使產品具芋頭有色澤。

(2)特殊香味、口感。

(3)增加營養價值。

(4)提昇產品特色。

5.芋頭的原料加工處理方式：

(1)芋頭 → 去皮切片 → 水煮或蒸熟 —(加糖)→ 打成泥

(2)加糖芋頭泥 ↗ 加熱煉製 → 適當軟硬度 → 芋頭餡內餡
　　　　　　 ↘ 添加奶油或鮮奶油 → 夾心內餡或表面裝飾

(3)芋頭切丁 →蒸熟 → 糖水蜜漬 —(三天)→ 糖蜜芋頭

(4)芋頭 → 加水蒸熟 → 打成泥 → 乾燥 → 芋頭粉

二、甘藷

1.概述：

甘藷年產量約在20－25萬噸，是早期農家的主食品，近年來很多用於加工上，尤其速食餐的藷條及甘藷餅，花蓮藷，糖蜜甘藷等，上一代對甘藷是不拒絕，不喜歡，然甘藷的營養價值高，並具以下特點：

⑴營養均衡的保健食品，蛋白質所含胺基酸的組成均衡，蛋白質效率與牛奶相近。

⑵食物性纖維含量高(3.9～5.9%)可預防便祕。

⑶豐富的胡蘿蔔素，爲良好的維生素A食品。

⑷甘藷爲「生理鹹性」食品，可調理生理酸性，有益健康。

⑸每日食適量甘藷，有益人體的發育及保健。

2.甘藷成分：

水份	蛋白質	脂肪	澱粉	纖維	灰份	熱量
69.7%	1.68%	0.43%	24.0%	0.44%	0.74%	130(卡/100卡)

3.每百公克甘藷僅含140卡熱量，食物纖維含量高(3.9-5.9%)，甘藷容易種植，適應性大，安全性高，適合本省栽培，塊根和葉都高營養價值，是一種物美價廉可經濟化和大眾化的食物。尤其是紅心甘藷含有最好的維他命A和礦物質鈣，且蛋白質中含19種氨基酸，除(硫氨酸和色氨酸)外。

4.甘藷添加於烘焙產品之影響：

⑴增加營養價值。

⑵增加色澤、風味(內餡、表面裝飾)。

⑶提昇產品特色。

5.優良食用甘藷品種：

⑴適口性優良的台農57號

葉3～5深裂，塊根紡錘形，表皮棕黃色，肉色橙黃，適於煮、烘、炸、製糕餅、點心等。

⑵用途廣泛的台農64號

葉心臟形，塊根紡錘形，表皮光滑，淡棕黃色，肉色深燈紅色，適合鮮食、加工、製蜜餞。

⑶可適應不同期作栽培的台農66號

葉橢圓形，塊根紡錘形，皮色淡棕紅色，表皮光滑，肉色燈紅，適宜蒸煮、油炸及加工等。

⑷澱粉消化性良好的台農67號

葉心臟形，塊根長紡錘形，皮色淡紅，肉色橙黃，可供食用及澱粉用。

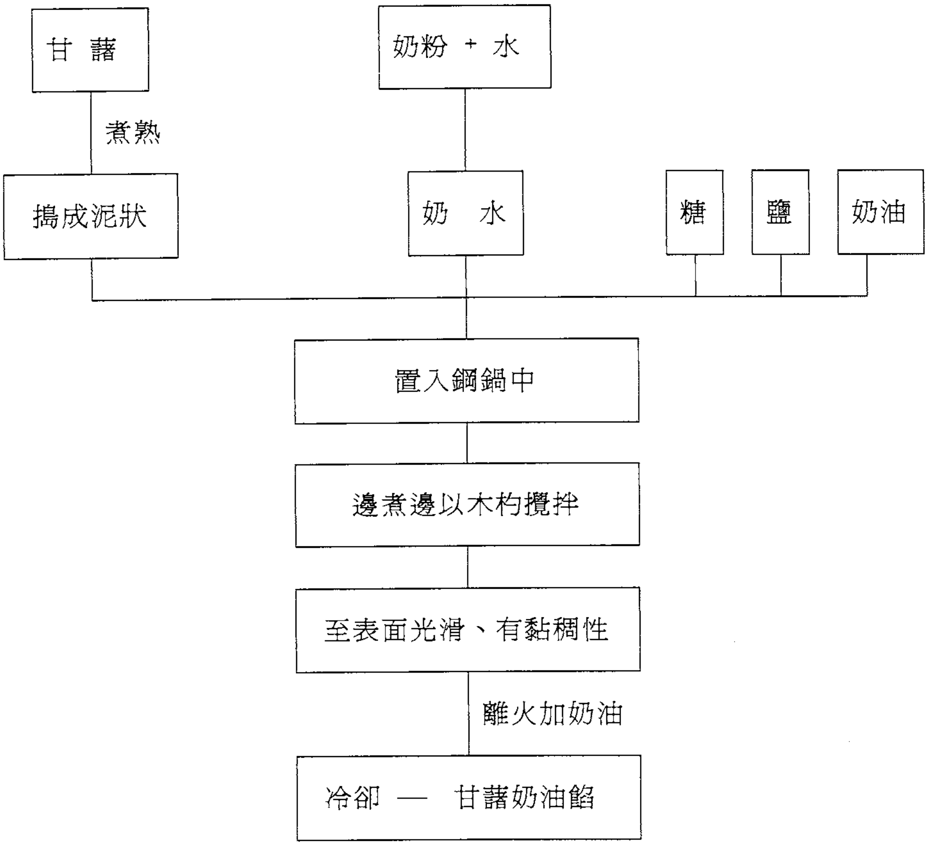
⑸適合加工製餡、油炸及嫩葉供蔬菜用的台農68號

葉心臟形，塊根紡錘形，皮色淡黃，肉色淡黃色，目前爲製花蓮藷優良品種。

6.甘藷原料加工處理方式：

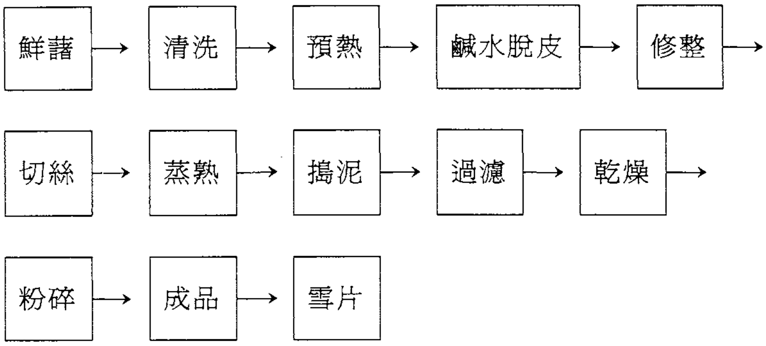
(a)

甘藷餡 —— 調整軟硬度後適用於各種內餡



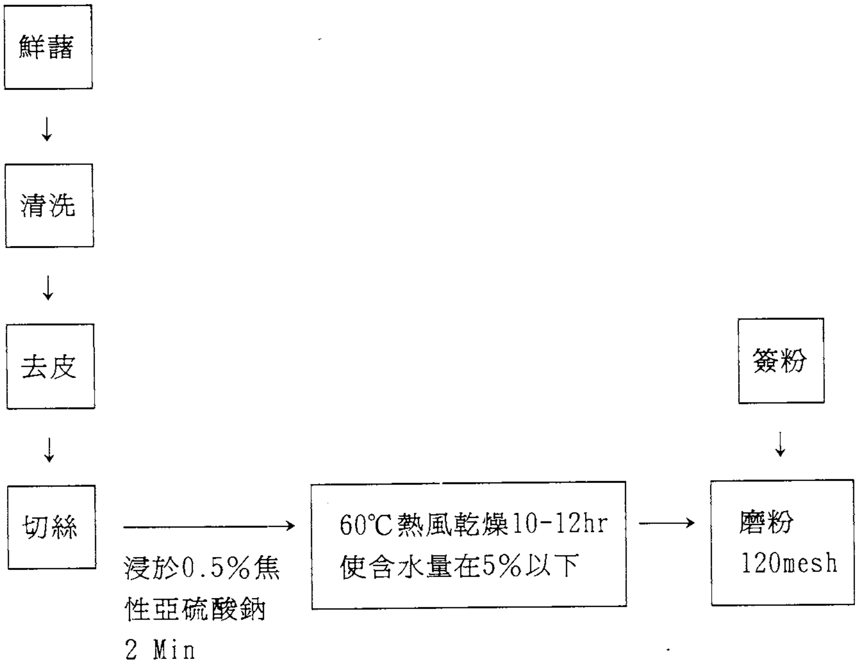
(b)甘藷雪片：

可供製嬰兒食品、早餐、點心類食品及健康食品之配料，亦可取代其他種類的預糊化澱粉產品。



(c)甘藷簽粉：

可摻入麵粉中製成各種加工麵食製品，如製成麵包、糕餅、西點、冰淇淋、饅頭、麵條等之原料，能增加食品的營養和風味。



(d)甘藷(條狀)或切丁 ⟶ 糖水中熟煮 ⟶ 甘藷蜜餞

三天

└⟶ 蒸熟 ⟶ 糖水蜜漬 ⟶ 糖蜜甘藷

(e)生甘藷 ⟶ 刨絲 ⟶ 添加於麵糰中

*甘藷與芋頭於加工上性質相類似，若以餡方式添加量爲20-30%，而以粉末方式添加則10-20%爲宜。

討　論

一、由於在台灣省糕餅同業公會及高雄市、台北縣、台中市、宜蘭縣等四縣市糕餅同業公會鼎力支持下，使此次推廣講習活動得以順利完成，而參加人員達531人，比預計400人多出30%。

二、在參加人員中，我們抽樣做問卷調查回收爲參加人數的38%。男性佔參加人數的92.6%，而女性祇7.4%，可知目前參加烘焙業對外活動仍以男性爲主。在參加人員中達97.4%爲烘培業者和相關行業人員，可知此次活動我們針對烘焙業者目的已達到。參加人員的年齡層主要在21-50歲(達91.3%)，職務有90.3%爲經營者和技術人員，可知參加活動都是目前麵

包店的中堅份子和主要人員。

三對教材和講師的滿意度皆達90%以上，場地因各地區的限制，尚差強人意。另烘焙業者的銷售販賣時間以下午爲主，舉辦講習活動時間滿意程度未達70%，是下次活動需考量因素。

四產品方面，整體方面滿意度達80%以上，然再就北、中、南、東部細分而言，在口味及外觀上，仍有地區喜好性的差異，對將來在開發產品上，需因地就宜加以改良。

五東區的問卷調查回收率偏差，下次做問卷調查執行方式需再改進。

綜合結論

由此次的活動看來，烘焙業者都很重視農產品在烘焙加工的應用，尤其在目前市場競爭激烈，他們對新產品的開發需求更迫切。若能持續更廣泛的推動，並且讓業者由被動轉爲主動來開發改良此類產品，並針對消費者做促銷宣傳與試吃活動，將來產品被消費者接受的可能性會更大。

原料取得方便性，與製作成本息息相關，是業者在產品特色之外主要考慮因素，在得知原料選擇跟使用特性之外，若有一級加工的原料廠商，願意投入來共同開發，使產品製作和原料供應能連貫起來，那麼產品開發出來的生命力才能持續久遠。

推廣活動像滾雪球般，若能使其愈滾愈大，那麼所得到效應會愈廣泛，而活動能藉助於社團法人，尤其是相關團體(如公會和工會)，所得到的效果更會事半功倍，今年我們尋找正確方向與公會結合推廣，除了使業者感到實質受益外，感謝政府的關心與協助，同時給予我們推廣活動很大的鼓勵。

誌　謝

本計劃承行政院農業委員會經費補助(計劃編號：(82)食品會報06)，計劃實施期間林子清科長之企劃與指導，特致謝意。

參考文獻

1. "1992中華民國台灣地區農產生產統計提要" ，行政院農業委員會會計統計室編印。
2. "1991台灣糧食統計要覽"，台灣省政府糧食局。
3. 李敏雄，1984. 〃含甘藷麵包之香氣改良及含甘藷麵包之製作〃。中國農業化學會誌，VOL. 23, NO. 1-2。
4. 涂華强，黃登訓, 謝健一, 顧德材, 1974. 〃實用麵包製作技術〃。中華穀類食品工業技術研究所。
5. 桃園農改場，1991，〃甘藷食譜〃。

6. 陳弘文，郭贊玉，蔡育仁，1988. 〞稻米及雜糧應用於烘焙產品之製作研究〞。中華穀類食品工業技術研究所，研究報告第八輯。

7. 陳克廉，1987. 〞甘藷加工利用與質地特性之研究〞。台大食科所博士論文。

8. 黃宏隆，吳招親，1987.〞甘藷與烘焙加工產品介紹。 烘焙工業 No.15：P.51-59。

附表1.農產(芋頭 甘藷)烘焙加工產品巡迴講習問卷調查表

壹、參加人員：　男(92.6%)　女(7.4%)

(1)職業：

烘焙從業人員(84.1%)　烘焙相關行業(13.3%)　其他(2.6%)

(2)學歷：

國中(含)以下(43.3%)　高中、職(46.0%)　大專以上(10.7%)

(3)年齡：

10-20歲(0.5%)　21-30歲(23.1%)　31-40歲(44.1%)

41-50歲(24.1%)　51歲以上(8.2%)

(4)職業：

經營者(54.1%) 技術人員(36.2%) 銷售人員(7.7%) 其他(2.0%)

貳、講習活動：

	非常滿意	滿　意	尚　可	不滿意	非常不滿意
(1)教材(講義)	41.3%	52.1%	5.1%	1.5%	0
(2)場地	33.0%	48.1%	15.7%	3.2%	0
(3)時間	27.5%	41.2%	28.0%	2.7%	0
(4)講師	48.9%	46.7%	3.3%	1.1%	0

參、產品外觀與口味：

產品種類	非常滿意		滿意		尚可		不滿意	
	外觀 %	口味 %	外觀 %	口味 %	外觀 %	口味 %	外觀 %	口味 %
(1)丹麥麵包酥	28.9	32.5	59.4	58.3	10.2	8.3	1.6	0.8
(2)甘藷營養土司	29.8	33.3	55.8	57.4	15.2	8.5	0.8	0
(3)雙色甜麵包	31.6	25.9	53.4	52.6	15.0	21.6	0	0
(4)甘藷餐包	35.3	36.7	50.4	52.5	12.8	10.8	1.5	0
(5)雙色甜土司	34.4	42.3	54.2	48.6	10.7	9.0	0.8	0
(6)環球甘薯蛋糕	38.3	47.4	47.7	36.2	12.5	14.7	1.6	1.7
(7)芋頭甘薯生日蛋糕	42.0	48.5	48.1	46.8	9.9	12.6	0	0
(8)蛋皮小點心	38.6	42.1	45.7	43.8	15.7	13.2	0	0.8
(9)香芋貝殼蛋糕	32.6	35.2	51.5	48.0	13.6	13.6	2.3	3.2
(10)香芋慕斯	37.8	40.5	49.6	49.2	11.1	7.1	1.5	3.2
(11)甘藷洋慕斯	42.0	44.3	43.5	46.1	13.0	7.8	0.8	1.7
(12)甘藷酥餅	37.7	38.4	45.9	50.0	14.8	8.9	1.6	2.7
(13)鹹酥餅	30.3	36.7	48.4	47.5	18.0	15.0	3.3	0.8
(14)雙色小西餅	34.5	35.0	47.9	49.6	16.8	12.8	0.8	2.6
平　均　值	35.3	38.5	50.1	49.0	13.5	11.7	1.2	1.3

討　　論

問：甘藷加工相關的研究已由學者、專家做了一段時間，但是在實際利用上與我們所期望的「量」，還有一段距離，請問，其中的問題在那裡? 有什麼是需要農民、農會、加工業者或農政單位配合的?

羅筱鳳(文化大學園藝系)

答：一消費導向，如何讓消費者接受喜好，是加工業者需要努力開發及宣傳。

二原料的特性發揮，取得容易是中間一級加工原料廠商需努力開發及配合下游的業者。

三原料取得的安定性，很多好的原料經由農民生產如何做好採收與運送分類，配合一級加工業者(原料製造廠商)是很重要。

四國人愛用國產品觀念很重要，除宣傳、試吃活動給予肯定外，口味、包裝更不容忽視使其跟上時代的食品。

五產品的推廣由點 → 線 → 面。由研究單位篩選出好的品種，好的加工原料後，如何介紹給一級和二級加工業者非常重要，再衍生製造出來的加工品，推薦給消費者，讓消費者接受才是一個密不可分的工作。

The Promotion of Utilizing Taro and Sweet Potato Products in Baking Industry

Kuen-Ho Shih
China Grain Products Research and Development Institute. 12-6, Hsia Ku Tze, Pal; Hsiang, Taipei Hsien, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

The economical value of taro and sweet potato in Taiwan is not comparable to that of the other crops because of yield surplus and competition from the imported agricultural products. Taro and sweet potato are high in nutritional value and dietary fiber content, and rich in special flavor, they endow the products with specialty when used for baking. Therefore, it is worthy to develop processing techniques for these two crops widely utilized in many countries. This report describes the use of taro and sweet potato as materials for baking by different processing methods. In addition to the publication of pamphlets, extension gatherings have also been conducted in the northern, central, southern and eastern parts of Taiwan. It was found that more than 80% of bakery professionals accepted the activities and products. It is hoped that the baking industry could play an important role in this project for developing new agricultural bakery products and improving the economical value of taro and sweet potato as well.

(Key words : sweet potato, taro, rice, bakery.)

冷凍甘藷條品質改進及甘藷加工品之開發

丘志威
輔仁大學食品營養系暨研究所

摘　要

以0.30%，0.45%，及0.60%，焦亞硫酸鉀溶液殺菁處理均有效抑制甘藷條褐變。若以0.30%，焦亞硫酸鉀溶液殺菁，再漂水二次後的冷凍甘藷條之二氧化硫殘留量低於30ppm。甘藷條在殺菁前先於室溫經0.30%焦亞硫酸鉀溶液浸泡10分鐘，則抑制褐變效果更佳，但是須漂水三次才能使SO_2殘留量低於30pppm。甘藷條於殺菁前在0.60%浸泡30分鐘，因漂水後之二氧化硫殘留量仍過高，不宜採用。含焦亞硫酸鉀殺菁水經二次使用後水溶液內二氧化硫量雖然減少12～15%，但是再用來殺菁甘藷條的外觀並沒有明顯差異。

由台農57號製得之甘藷條經油炸後色澤優美，肉質感佳，且不易軟化。甘藷塊先經11%澱粉糊包覆，再沾裹粉，油炸後外觀精緻，且掉屑率低。甘藷泥適於不同模型壓成各種不同形狀藷塊。台農57號纖維多，質粗不適合製作冰淇淋，而台農62、64及66號質地佳，口感平滑細密，然而甘藷風味均嫌稍淡。台農64及66號色澤較深，所製得之冰淇淋呈淡黃色。甘藷粒取代甘藷泥所發展的冰淇淋質地較粗，顏色呈暗黃，風味欠佳。

（關鍵詞：甘藷、甘藷條、甘藷塊、冰淇淋）

前　言

甘藷又名番藷、地瓜、紅藷等。適合於台灣氣候生長並爲本省第二大作物。民國60年以後，因水利設施改善，輪作制度變更和甘藷作爲飼料用途減少，再加上進口廉價澱粉的競爭，甘藷栽培面積逐年減少。民國69年的栽培面積爲62,255公頃，產量1,055,134公噸，至民國79年甘藷栽種面積爲11,729公頃，產量199,830公噸。我國台灣地區生產之甘藷僅有11－38%直接提供食用，16－36%爲工業原料，其餘則爲飼料用[2,3,4]。

甘藷的澱粉含量比稻米低，營養相當豐富。除了傳統的烤甘藷、糖甘藷、炸甘藷及甘藷稀飯外，近年來在農政單位推廣下，已有甘藷沙拉、甘藷麵包、甘藷脆片及甘藷圓仔等的開發。最近幾年中式及西式速食蓬勃發展，外食人口激增，國內部份速食業者利用甘藷製成甘藷條，頗受消費者歡迎。台北市一小型加工廠年產達一千五百公噸，且持續成長。由於小型工廠設備簡陋及工作人員缺乏專業知識導致生產效率低，甘藷條品質不一，產品種類少而缺乏競爭力。因此，爲拓展甘藷的利用及提升銷售潛力，改良冷凍藷條品質及開發其他種類的甘藷加工品應是刻不容緩。

材料與方法

一、材料

甘　藷：台農57號、62號、64號、66號

油炸油：全統油脂股份有限公司

澱　粉：雄鷹牌

砂　糖：台糖出品

乳化安定劑：振芳股份有限公司

酸性焦磷酸鈉，焦亞硫酸鈉及其他試藥均爲市售分析級。

二、方法

1.甘藷條

甘藷→洗滌→去皮→切條（0.5×0.5×8公分）→殺菁(80g藷條浸入1,000ml沸水，或酸性焦磷酸鈉溶液或焦亞硫酸鈉溶液；80℃以上2分鐘)→以等量水漂水2次，每次10分鐘→風乾→冷凍→儲存於－20～－25℃→油炸（170℃，2分30秒）。

2.甘藷餅

藷條格外品→切丁（0.3×0.2×0.6公分）→殺菁（200g藷丁浸入2000ml沸水；80℃以上2至2分30秒）→濾水→混合40g藷丁，4g澱粉及1.2g糖→於榨汁器成形（厚0.5公分，直徑8.5公分）→冷凍→油炸（165℃，3分鐘）。

3.甘藷塊

以成形藷塊→包覆11％澱粉糊→裹以細麵包粉或奕泰藷塊粉→冷凍→油炸（160℃，2分30秒）。

4.甘藷泥

藷條（或格外品）→煮熟→濾水→搗成泥狀→加入3％糖→成形→裹粉→冷凍→油炸 (165℃，2分30秒)。

5.甘藷冰淇淋

(1)藷泥

甘藷→清洗→去皮→稱重→切塊→加入2倍水量，煮熟→果汁機攪打（低速1分鐘，中速1分鐘）→，置4℃備用。

(2)甘藷粒，由台灣大學食品科技研究所江文章教授提供。

(3)冰淇淋參考配：

奶油8.0％，脫脂奶粉11.5％，砂糖15.0％，安定劑0.3％，乳化劑0.2％，水65.0％。

(4)冰淇淋

稱取乾料→加入適量水攪勻→加入甘藷泥→果汁機攪打使乳化→殺菌（74℃，15分鐘）→均質（第1段，2500psi；第2段，500psi）→冷卻陳化（4℃，過夜）→冷凍機（泰勒

牌）攪打至80%膨脹率→充填→儲存於－25℃。

二氧化硫殘留量分析採用碘滴定法[1,5]。各產品之口感、色澤、質地等感官特性均由5～6人評定[6]。

結果與討論

目前市售之藷條以台農57號為主。本研究發現由台農57號製得之甘藷條經油炸後不易軟化，且肉質感佳。其他品種製得之甘藷條雖然色澤理想，肉質溼潤，但易軟化，無法久置。未經殺菁處理的冷凍甘藷條經油炸後，藷條外層質地較硬，口感欠佳。

雖然以80℃清水殺菁過的甘藷條冷凍8週再經油炸後的色澤、口感均不錯，但是品質極不穩定，隨季節或甘藷批號不同差異很大。有時殺菁後，褐變情形更嚴重，尤其多發生於長期儲存的甘藷樣本。以不同濃度的焦亞硫酸鉀溶液進行甘藷條殺菁效果研究顯示0.3～0.6%焦亞硫酸鉀溶液均有效抑制甘藷條褐變，而0.15%濃度殺菁效果差。然而以0.3%焦亞硫酸鉀溶液殺菁，再漂水二次後的冷凍甘藷之SO_2殘留量低於30ppm(表一)。若甘藷條在殺菁前先於室溫的0.30%焦亞硫酸鉀溶液浸泡30分鐘則抑制褐變效果更佳，但是須漂水三次才能使SO_2殘留量低於30ppm，若甘藷條於殺菁前在60℃浸泡30分鐘，則因漂水後，SO_2殘留量仍過高，不宜採用(表二)。含SO_2殺菁水經二次殺菁後的水溶液內SO_2量雖然減少12－15%(表三)，但是再用來殺菁的甘藷條外觀仍佳，顯示殺菁水可以重覆多次。

表一、甘藷條於不同濃度$K_2S_2O_5$溶液殺菁後SO_2殘留量
Table 1. Sulfur dioxide residue in sweet potato french fries blanched in various concentrations of $K_2S_2O_5$ solution.

$K_2S_2O_5$	殺菁2分鐘後漂水次數	SO_2殘留量 (ppm)
0.15	0	79.7
	1	11.9
	2	11.6
0.30	0	131.1
	1	40.3
	2	25.8
0.45	0	291.4
	1	120.3
	2	67.8
0.60	0	541.0
	1	145.2
	2	109.1

綜合以上研究，以0.3%焦亞硫酸鉀之沸水溶液進行台農57號甘藷條殺菁2分鐘，撈起後以流水配合攪動裝置漂水10分鐘以降低藷條SO_2殘留量。經瀝乾、包裝、置於-20℃貯藏1至6個月。儲存期間，不定期抽樣，再以170℃油炸2分鐘。儲藏6個月甘藷條油炸後外觀仍呈金黃色，無黑色斑點出現，質地結實，保水性佳整體接受性均較市售甘藷條佳。

油炸甘藷餅的口味、質地等的接受性相當高。由於原料爲藷丁，殺菁完全，所以沒有褐變的問題。以台農57號爲原料的藷餅色澤較淡，而台農62號色澤明顯的較深。各以50%台農57號及62號甘藷丁爲原料之藷餅的色澤介於二者之間。油炸後的結果亦然。

市售甘藷塊有裹麵太厚，掉屑率高的缺點。本研究先以11%澱粉糊包覆藷塊，再裹以磨碎之裹粉。油炸後藷塊外觀較精緻，且掉屑率低。此外，將甘藷藷泥填充於不同模型，壓成各種不同藷塊亦是利用甘藷的另一可行方向，但是油炸過程，藷塊偶有破損或分裂的現象，如何增加藷泥間的黏著力則有待探討。

以甘藷泥爲原料可以製造冰淇淋，但是品質與甘藷品種有很大的關係。一般來說，台農57號含纖維量多且質粗，不適合冰淇淋的製造。台農62號雖然纖維量少，質細，但是顏色稍淡，需添加少許色素。台農64及66號纖維含量少且質細，且顏色及口感等均很適合作爲冰淇淋的原料。無論使用那一種品種爲原料，甘藷冰淇淋均有甘藷口味略淡的缺點。以台農66號爲原料的甘藷冰淇淋配方示於表四。

甘藷粒取代甘藷泥所發展的冰淇淋在質地方面，由於脫水甘藷粒復水性稍差，冰淇淋不夠平滑細密，有顆粒感，顏色略呈暗黃，而風味差且飼料味重，因此不宜作爲冰淇淋原料。

表二、於0.3%$K_2S_2O_5$溶液殺菁後，甘藷條之SO_2殘留量
Table 2. Sulfur dioxide residue in sweet potato french fries blanched in 0.3%$K_2S_2O_5$ solution.

處理方式	漂水次數	SO_2殘留量(ppm)
於25℃浸泡	0	247.2
30分鐘殺菁	1	95.9
2分鐘	2	59.4
	3	12.9
於60℃浸泡	0	456.4
30分鐘殺菁	1	243.7
2分鐘	2	232.4
	3	223.6

表三、含 0.3% $K_2S_2O_5$ 殺菁水重覆使用後之殘留量
Tale 1. Sulfur dioxide residue in 0.3% $K_2S_2O_5$ solution after blanching twice.

使用次數	SO_2殘留量(ppm)		
	樣本1	2	3
1	1371.7	1389.9	1381.3
2	1168.0	1224.5	1203.2
SO_2 流失(%)	14.9	11.9	12.9

表四、甘藷冰淇淋配方
Table 4. Formulation of ice cream containing sweet potato.

原　料	含　量 (%)
奶　油	6.0
椰子油	3.5
脫脂奶粉	3.0
甘藷泥	8.0
蔗　糖	10.0
麥芽糖漿	6.0
乳化劑及安定劑	0.45
食　鹽	0.05
香　料	200 ppm
水	63.0

參考文獻

1. 李瑞燕，1984. 食品中亞硫酸鹽的測定。食品工業，16(12)：25-31。
2. 李錦楓，1985. 甘藷。食品工業17(10)：56，57。
3. 潘士釗，1987. 食用作物。第二版，之宜出版社，台北市。
4. 賴光隆，1992. 糧食作物。黎明文化事業股份有限公司，台北市。
5. Beelman, R.B., Barden, C. L and Edwards, C. G. 1988 Total sulfur dioxide residues in fresh mushrooms washed in sulfite solutions. J. Food Prot. 51(11)：903-905.
6. Schwartz, S. T., Walter, W. M., Carroll, D. E and Giesbrecht, F. G. 1987. Chemical, physical and sensory properties of a sweet potato French fry type product during frozen storage, J. Food Sci. 52(3)：617-633.

Quality Improvement of the Frozen French Fries and the Development of New Products of Sweet Potato

Chih-Wei P. Chiu
Department of Nutrition and Food Science, Fu-Jen University, Taipei, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

The use of potassium metabisulfite at 0.030% or higher concentrations effectively inhibited the browning of sweet potato French fries. The residual sulfur dioxide in the raw frozen French fries was lower than 30 ppm when 0.30% potassium metabisulfite was used for blanching and followed by washing twice. The inhibition of browning was more pronounced as the shredded sweet potato was soaked in 0.30% potassium metabisulfite solution at room temperature before blanching. The residual sulfur dioxide could be reduce to below 30 ppm if the samples were washed three time. However, soaking in 0.30% metabisulfiteat 60℃ resulted in higher residual sulfur dioxide even after washing several times. The sulfur dioxide content of the blanching water was reduced by 12-15% after if was used two times, and the effect of blanching remained the same. The French fries made of Tainung 57 sweet potato showed execllent quality in terms of color, mouthfeel, and appearance. Delicate fried sweet potato nugget was successfully made after the raw nugget was soaked in 11% starch paste and followed by coating batter. Mashed sweet potato was ideally used to make nuggets with various shapes. Due to the higher fiber content and coarse texture, Tainung 57 is not recommended to make ice cream. With fine texture and good mouthfeel, Tainung 62, 64 and 66 cultivars were responsible for ice cream making. However, they all contributed very little flavor to the product. In addition, Tainung 64 and 66 were responsible for the color development of the ice cream. Ice cream made from sweet potato flakes had coarse texture, dark color, and poor flavor.

(Key words : sweet potato, processing, French fries, nugget, ice cream.)

根莖作物生產改進及加工利用研討會專刊：345～358（1994）

粉末山藥之製備及其貯藏期間品質變化之研究

曾慶瀛　余哲仁
國立嘉義農專 食品工業科
劉新裕
台灣省農業試驗所 農藝系

摘　　要

山藥分別以抗壞血酸，檸檬酸或亞硫酸氫鈉等溶液處理後，經冷凍乾燥、滾筒乾燥、熱風乾燥或日光乾燥製成粉末化製品，分析其物化性質，並以電子顯微照相觀察乾燥樣品，同時將製品儲藏於25℃下、5個月，分析其品質變化情形。試驗結果顯示原料山藥含有70～80％水份，16～21％醣，3～5％蛋白質及其他成份。冷凍乾燥法經0.5％檸檬酸及0.5％亞硫酸氫鈉液浸漬處理所製成之產品較其它乾燥法佳。製品經貯藏後，顏色及水份含量變化不大。

（關鍵詞：山藥、加工、粉末化、貯藏品質）

前　　言

山藥原名薯蕷，俗名淮山，爲薯蕷科(Dioscoreaceae)薯蕷屬(Dioscorea)之蔓性多年生植物，原產我國、日本及亞洲熱帶，16世紀後傳到美洲、歐洲及非洲。薯蕷屬植物在全世界超過600種，抵分布於南北兩半球間，而較集中於熱帶美洲，分布於本省的有15種及4變種[5,13]。在本省之栽培面積尚無正確統計數字，早年山地農牧局曾在嘉義、屏東及台東等地區推廣，近年其他縣市亦有栽培，最近經台灣省農業試驗所初步調查，估計全省栽培面積約有200公頃，栽培品種以大薯(*Dioscorea alata L.*)、紫田薯(*D. alata L.* var. *purpurea* (Roxb.) *M. Pouch.*)、恒春薯蕷(*D. doryophora Hance*)及基隆山藥(*D. japonica Thunb.* var. *pseudo japonica* (Hay.) *Hamam*)爲止。

民國56年由農復會(今農委會)組成園藝作物考察團自國外引進幾個山藥品種，最先在台灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所進行觀察、比較及繁殖，並在南投與花蓮等地進行不同地區適應性試驗，由其中選出巴西山藥及千里達山藥 (品種名爲 *Coconut-Lisbon*)兩個品種[6,9,10]，初步發現其產量比本省一般品種爲高[2,11]，且品質優良，值得繼續進行栽培試驗，供日後推廣利用之參考。其後台灣省農試所亦曾自國內外引進不少山藥品種，歷經多年試驗後，由其中選出較具發展潛力之嘉義地方種及台東地方種等山藥品種，將與千里達山藥及巴西山藥共同進行試驗。

千里達山藥、巴西山藥、嘉義地方種及台東地方種在植物分類上都屬於大薯(*D. alata L.*)，惟可以塊莖外形來區分此四品種。千里達山藥之塊莖爲橢圓形，巴西山藥爲短棍棒狀

，或較不整齊且鬚根較多，嘉義地方種比前述兩品種的略長，而台東地方種之塊莖較不規則。大薯之植物特徵如下[1]：為多年生纏繞草本，其擔根體(即塊莖)有多種形狀和顏色。莖及葉柄有稜翼或四稜線，平滑無毛。葉對生，但初生時為互生，葉片基部心狀，全葉似卵形，裂片近圓形，葉長8～16cm，寬5～8cm，先端銳漸尖形，葉脈7～9條。葉腋偶有零餘子著生[5]。其中以千里達山藥之零餘子形體較小，巴西山藥及台東地方種數量較多，雄花序腋生，狹圓錐形，雌花序為穗狀花序，蒴果革質橢圓形，一般花期為7～8月，果期為8～9月。分布於我國華中及華南，本省中南部有栽培。

山藥之塊莖味甘性溫，為〝神農本草經〞[7]上品生藥，具滋養強壯及止瀉之作用，及服耳聰目明輕身，有補脾胃、強肝腎、生津止渴及平喘澀精之功。除了在我國早為重要的保健與藥用植物外，亦為目前亞太及非洲地區人民之重要糧食作物。本研究之目的，擬以台灣省農試所提供之台農一號、品保四號、紅色血薯等三種品系之山藥經不同加工處理(冷凍乾燥、日光乾燥、熱風乾燥及滾筒乾燥)後，製成山藥粉，經物理、化學及品評試驗來探討山藥最佳之加工流程，此外，製品亦進行貯藏試驗，藉以探討其品質之安定性。

材料與方法

一、實驗材料及藥品

1.山藥原料：以台灣省農業試驗所提供之台農一號(Tainung #1)，品保四號(70W04)及紅色血薯(80R04)等三種品系之山藥為試驗材料。

2.檸檬酸(Citric acid, CA)，抗壞血酸(Ascorbic acid, AC)，亞硫酸氫鈉($NaHSO_3$)均為食用級。

3.分析藥品均為試藥一級。

二、山藥粉體之製備：

1.冷凍乾燥、熱風乾燥及日光乾燥等山藥粉末製品：

其製備流程如圖一。取台農一號、品保四號及紅色血薯等三種新鮮山藥經過洗滌、去皮後，通過切片機(OMAS Food Machinery Co., VA, U.S.A)切成約3mm之厚度，分別浸漬－(1)1%檸檬酸(2)1%檸檬酸-1%抗壞血酸(3)0.5%檸檬酸-0.5%亞硫酸氫鈉等溶液15分鐘，再分別經凍結乾燥機(Lab-conco Freeze Dryer 18, Labconco Inc., U.S.A.)，冷凍至-30℃後，真空度0.1torr以下乾燥兩天(水蒸氣冷凝溫度-50℃，乾燥完成時溫度25℃)。熱風乾燥(三雄機械，台灣)為於55℃下乾燥20小時及日光乾燥2天(溫度30±5℃)。乾燥產品以Cyclone Mill (UDY, Corporation Fort Collins , Colorado, U.S.A.)粉碎後，通過120 mesh，密閉包裝於高密度塑膠袋(PP)中備用。

2.滾筒乾燥山藥粉末製品：

取台農一號、品保四號及紅色血薯等三種山藥經過洗滌、去皮、破碎及分別浸漬(0.5%檸檬酸-0.5%亞硫酸氫鈉液)處理，再經滾筒乾燥機(陸海機械，台灣)150±10℃乾燥，乾燥產

品亦以Cyclone Mill粉碎後，通過120 mesh，密閉包裝於高密度塑膠袋(PP)中備用。

3.山藥戚風蛋糕之製作：

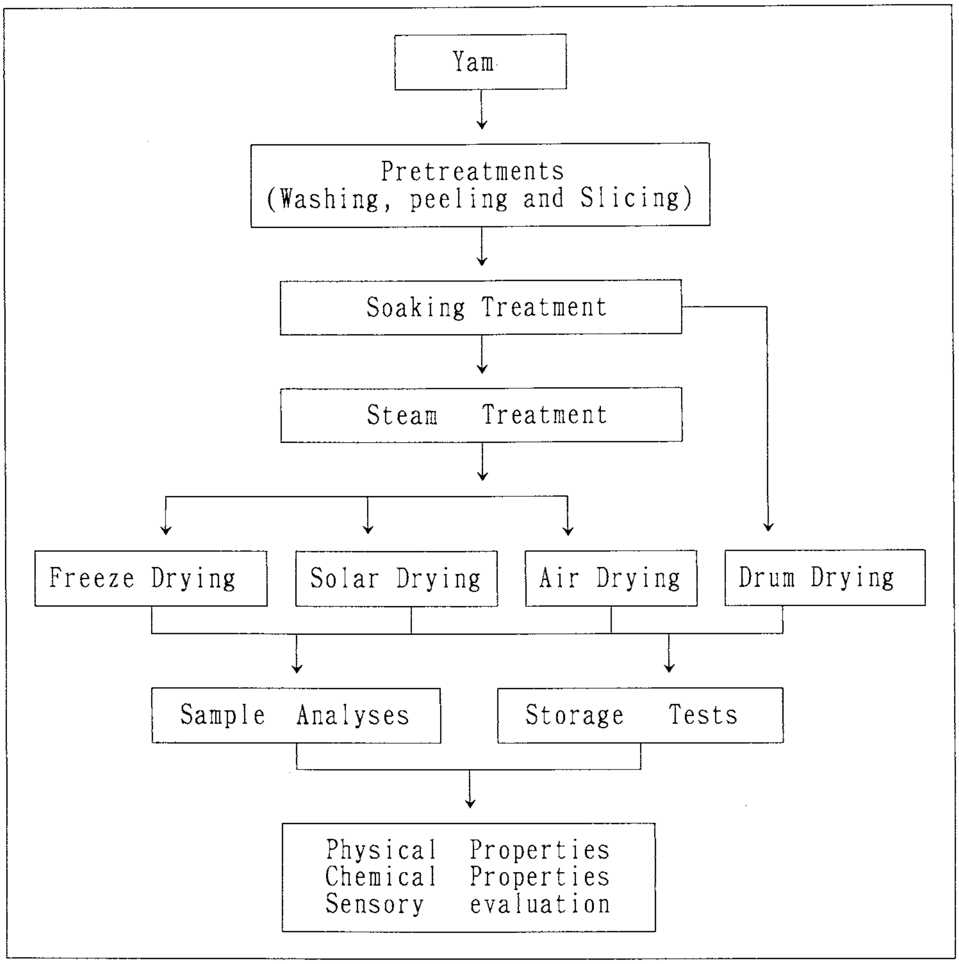
以紅色血薯之山藥品系試製蛋糕，其配方如下：

低筋麵粉	6.0kg	山藥粉	4.0kg	發　粉	0.4kg
細 砂 糖	7.6kg	鹽	0.1kg	沙拉油	5.0kg
蛋　　黃	5.0kg	水	6.5kg	奶　粉	0.8kg
香 草 水	0.1kg	蛋　白	10.0kg	細砂糖	6.0kg
塔 塔 粉	0.05kg				

三、試驗方法：試驗流程如圖一

1.台農一號、品保四號及紅色血薯等三種山藥原料之組成分分析：

分別取新鮮山藥測定其水分、灰分、粗纖維、粗脂肪、粗蛋白、總醣等含量，測定方法皆依AOAC法[14]進行之。



圖一、山藥之加工流程及試驗項目

Fig 1. Flow diagram for the processing and tests of yams

2.不同浸漬處理及不同乾燥方法製成之粉末製品其色澤變化之測定：

以色澤測定分析儀(Nippon Denshoku E 80 color difference meter ,Japan)測定樣品之L、a、b值，每樣品皆測三次，求其平均值表示之。

3.不同乾燥法製成之山藥片製品其硬度之測定：

分別取不同乾燥法製成之片狀山藥，以流變儀(Fudoh Rheometer , NRM-2010 J-CW型，Japan)測定之，使用32號的plunger adaptor，上升速度為2cm/min，測定山藥片之硬度，取其平均值表示之。

4.經不同浸漬處理及加工後其水活性(Aw)之測定：

取樣品放入直徑約3cm之塑膠盒內約8分滿，置於水活性測定儀(ther-moconstanter, Novasina, Rtd-33, Swiss)測其Aw值。

5.不同乾燥法所得之粉末其等溫吸濕特性及吸濕情形之測定：

(1)等溫吸濕實驗[16]：

精稱6g各種粉末置於250ml燒杯中，置入不同鹽類所呈不同相對濕度之密閉乾燥器中。於25℃室溫下，經過24小時後，測定水分含量，並觀察粉末的性狀。鹽類之濃度與預計之相對濕度如下[17]：

lithium chloride 相對濕度11%(25℃)，230 g/100ml；magnesium chloride 33%(25℃)，500 g/100ml；magnesium nitrate 52%(25℃)，375 g/100ml；sodium chloride 75%(25℃)，100 g/100ml；potassium chloride 86%(25℃)，107 g/100ml；potassium sulfate 97%(25℃)，36g/100ml。

(2)吸濕情形：

採Pruthi等人[3]所述之方法，精稱2克之粉末樣品，平鋪於預經恆量之稱量瓶內，再將稱量瓶放入預先裝有飽和Na_2SO_4(81%RH)之密閉乾燥器內，在25℃下放置2，4，6，8，10天，取出稱重，吸濕量以g/100g solid表示之。

6.不同乾燥方法所得之粉末其掃描式電子顯微鏡之觀察(scanning electron) microscope; SEM)：

將樣品粉末以雙面膠固定於鋁台上，在真空下覆黃金膜，使用電子顯微鏡(S-2400型，Hitachi, Japan)於加速電壓下觀測並照相。

7.山藥粉末製品之貯藏試驗：

山藥粉於25℃室溫下，經貯藏0、2、5個月後測定：

(1)色澤之測定：方法同三、2。

(2)Aw之測定：方法同三、4。

8.山藥蛋糕製品之官能品評之測定[15]：

由六位具經驗之品評員，就風味加以評定，採九分制嗜好性評分法(Hedonic Scale Test)記錄，1分表示極不喜歡，5分表示尚可接受，9分表示極喜歡。

結果與討論

一、山藥原料組成分分析

各種不同新鮮山藥之組成分分析結果如表一所示，三種山藥中以台農一號之水分含量(79%)最多，相對的碳水化物(16.7%)及粗蛋白質(3.18%)亦較小。對脂肪、蛋白質及粗纖維含量而言皆以80RO4(紅色血薯) 含量最高，分別為0.39%、5.80%、0.34%。另據劉[15]之報告指出山藥(*Coconut-Lisbon*)尚含有礦物元素如P、K、Ca、Mg、S等及微量元素Fe、Cu及Zn等成分，此外含胺基酸，其中以glutamine及asparagine 含量最多分別為41.77及8.92 nmole/100mg粉末，分別佔總胺基酸含量之13.35%及11.18%。

二、不同浸漬處理及不同乾燥方法所製成粉末之色澤變化測定結果

三種不同品系之山藥經去皮、切片及不同浸漬處理1%CA(citric acid)液，1%AC(ascorbic acid)-1%CA液，0.5%$NaHSO_3$ 液後色澤之變化結果如表二所示。對三種品系山藥而言，無論那一種處理，明亮度(L值)皆較無浸漬處理者佳，+a(紅色度)及+b值(黃色度)亦較小，顯示浸漬處理者較白，而台農一號及品保四號(70W04)等白色山藥間之處理，皆以0.5%CA-0.5%$NaHSO_3$液及1%AC-1%CA液之效果較好，但兩者間差異性不大。而紅色血薯(80W04)浸漬處理結果亦會使顏色較白，但由於其紅色度相當高(a=21.35)且肉眼觀察結果相當吸引消費者，所以應沒有浸漬處理之必要，而酵素之問題可用蒸熟處理加以抑制。不同浸漬處理(1%CA液及0.5%CA-0.5%$NaHSO_3$液)及乾燥方法所製得之山藥粉末製品之色澤變化結果如表三。台農一號及70W04山藥粉之色澤以鼓形乾燥經0.5%CA-0.5%$NaHSO_3$處理者較白但略帶黃色，其次為冷凍乾燥，而其浸漬處理間無差異。熱風乾燥及日光乾燥者色澤變褐，較剛浸漬處理時(表二)之L值下降很多，此兩種製品亦不易被接受。故熱風乾燥法及日光乾燥法並不適宜山藥粉之製造。至於80R04以1%CA液浸漬處理再經冷凍乾燥之製品其色澤最類似新鮮者(表二、三)。經0.5%CA-0.5%$NaHSO_3$液處理再經滾筒乾燥之製品，由於$NaHSO_3$之漂白作用，造成L值(明亮度)增加，肉眼比較結果，失去原有之紅色，反而不受喜歡。整體而言，熱風及日光乾燥者，不論那種處理，顏色易變褐色，而不被接受。

表一、原料山藥之成分分析
Table 1. Approximate composition of yams(on fresh wesght basis wt%)

Types	Moisture Content	Crude Ash	Crude Fiber	Crude Protein	Crude Fat	Carbohydrate
Tainung#1	78.93	0.61	0.23	3.18	0.30	16.76
70W04	71.59	0.95	0.06	5.34	0.28	21.78
80R04	71.04	0.76	0.34	5.80	0.39	21.68

表二、山藥經各種不同浸漬液處理15分鐘後之色澤變化
Table 2. Color changes of yams soaked with various solutions for 15minutes

	control	1%AC*	1%AC**-1%CA*	0.5%CA*-0.5%$NaHSO_3$
		soaking solutions		
Tainung#1				
L	63.36	65.29	68.54	68.31
a	3.25	1.01	0.52	0.47
b	15.85	9.67	.8.00	6.69
70W04				
L	59.82	62.79	63.31	60.83
a	0.79	0.70	0.85	0.48
b	7.02	5.33	5.46	5.44
80R04				
L	32.38	35.26	40.57	58.68
a	21.35	21.36	20.62	5.48
b	-6.79	-3.69	-4.08	1.54

*: citric acid, and**: ascorbic acid

表三、山藥經各種不同處理及加工方法所製成粉末之色澤變化
Table 3. Color changes of yam powders processed with various soaking solutions and drying methods

	freeze drying		hot air drying		solar drying		drum drying
	A	B	A	B	A	B	B
Tainung#1							
L	73.10	73.42	34.08	24.21	35.75	28.72	89.21
a	1.79	1.34	2.33	2.89	7.74	1.82	0.42
b	8.91	8.67	7.74	6.14	9.63	4.72	13.20
70W04							
L	73.98	69.47	33.36	30.55	44.92	33.07	91.92
a	1.67	1.24	2.33	2.28	3.78	1.97	-0.79
b	7.82	7.25	6.92	8.18	9.21	6.97	10.25
80R04							
L	38.78	60.71	20.18	27.16	22.06	25.34	68.36
a	17.78	5.49	12.29	6.85	13.97	7.30	9.16
b	-5.04	1.84	-2.24	1.40	-1.78	1.40	7.31

A: 1%citric acid, and B: 0.5% citric acid-0.5% $NaHSO_3$

三、不同乾燥法所得製品之硬度測定結果

表四爲三種山藥經不同浸漬及乾燥處理之硬度測定結果。三者山藥片製品皆以0.5% CA-0.5% $NaHSO_3$經冷凍乾燥處理者最脆，其次爲經1%CA處理冷凍乾燥者。而日光乾燥及熱風乾燥之製品硬度變硬，尤其是熱風乾燥者因其表面有hard-case之形成 。係因山藥之黏稠性高[12]所致。此結果和電顯之觀察結果完全相同(圖四)。

四、不同浸漬處理及加工後其水活性之測定結果

山藥粉之水活性測定結果如表五所示，在三種山藥品系中，無論有無浸漬處理，其中冷凍乾燥及鼓形乾燥處理者，其水活性(Aw)值皆非常低(0.06-0.18)，而熱風乾燥及日光乾燥製品，水活性亦皆在0.60以下，故整體而言，這些不同品系之山藥粉製品，足可抑制微生物活性及油脂之酸敗[4]而予以貯藏，而浸漬處理間影響Aw值不大，主要之影響因子應來自於乾燥之方法。

表四、不同處理與乾燥法對山藥之硬度變化
Table 4、Tough (g/cm3) changes of yams processed with various soaking solutions and drying methods.

	freeze drying		hot air drying		solar drying	
	A	B	A	B	A	B
Tainung#1	126	78	585	369	383	313
70W04	114	62	454	182	292	386
80R04	93	67	516	198	409	280

A：1%citric acid, and B：0.5% citric acid-0.5% $NaHSO_3$

表五、不同處理與乾燥法對粉末山藥之水活性變化
Table 5. Aw changes of yam powders prepared with different soaking solutions and drying methods

	freeze drying		hot air drying		solar drying	drum drying
	A[1]	B[2]	A[1]	B[2]	A[1]	B[2]
Tainung#1	0.06	0.06	0.58	0.28	0.53	0.15
70W04	0.08	0.18	0.59	0.21	0.35	0.17
80R04	0.06	0.05[4]	0.60	0.27[4]	0.31	0.15[3]

1：1%citric acid, 2：0.5% citric acid-0.5%$NaHSO_3$, 3：0.5% citric acid only, and 4：control.

五、不同乾燥法所得之粉末其等溫吸濕特性及吸濕情形

台農一號及70W04先以0.5%CA-0.5%NaHSO處理，80W04以0.5%CA處理，再經滾筒、熱風、冷凍乾燥處理，粉末製品之吸濕情形如圖二所示，在81%RH下吸濕10天，以滾筒乾燥製品吸濕最強，台農一號爲37.4%；70W04 爲35.85%，80R04爲33.75%；而其次爲冷凍乾燥製品，80R04爲28%，台農一號爲 26.85%，70W04爲22.55%； 熱風乾燥製品，70W04爲20.5%，台農一號19.35%，80R04爲18.8%，此結果和電顯照相之結果(圖四)相似。整體而言，浸漬對色澤影響較大，對吸濕影響較小，而乾燥方法間對粉體吸濕影響最大，主要由於滾筒乾燥及冷凍乾燥製品皆成多孔性組織，而造成吸水容易。但最終吸水率皆小於40%，顯示製品之品質應易於貯存。此外，將樣品放於不同濕度下其吸濕曲線之結果如圖三，不同品系之山藥具相同之吸濕特性，且吸濕結果幾乎一致。在RH低於50－60%時，山藥的水分含量在10%以下，此結果應可抑制微生物之生長與酵素之活性；因此製品一般貯藏於室溫，RH低於50－60%以下。

六、不同乾燥法所得之粉末其掃描式電子顯微鏡之觀察結果

圖四爲山藥粉末製品之電顯照相結果,冷凍乾燥者(A)呈多孔性之海綿狀組織；滾筒乾燥者(B)呈薄膜片狀； 而日光乾燥(C)及熱風乾燥者(D)則表面造成硬塊 (hard casing)，因此品質較差，此種乾燥結果亦會影響成品之硬度及吸濕性(表四、五及圖二、三)。

七、山藥粉末製品之貯藏試驗結果

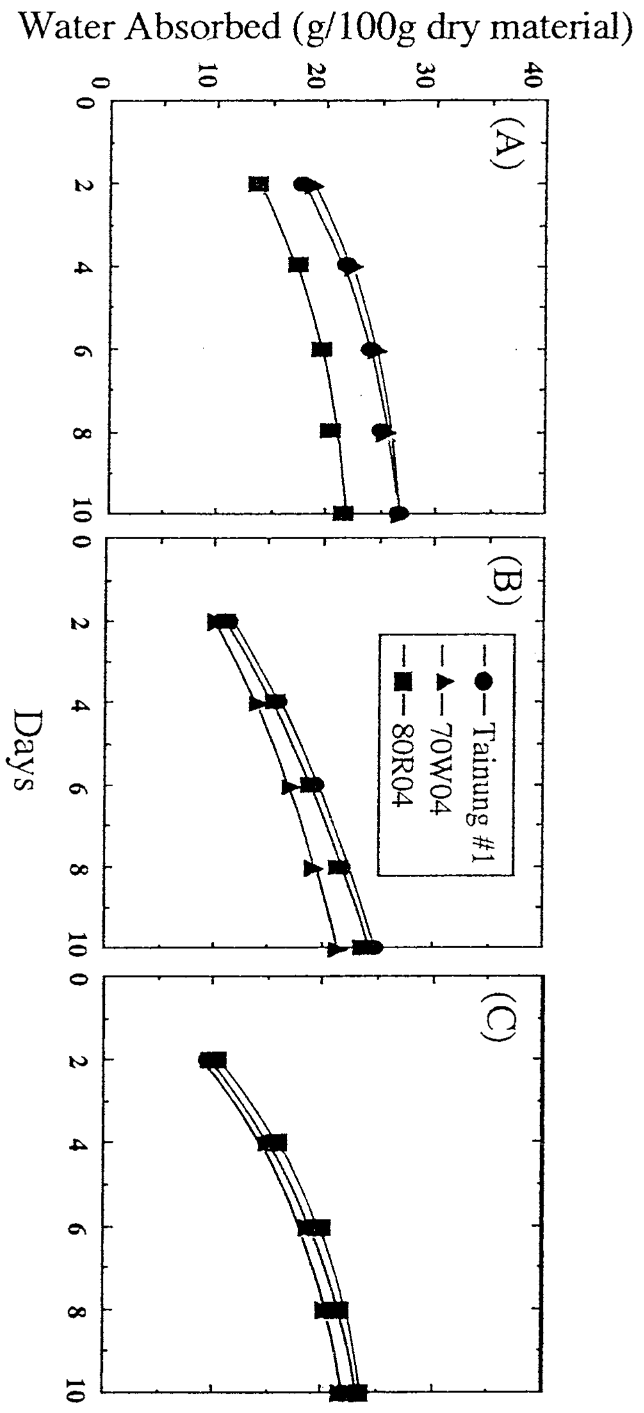
山藥分別經過冷凍、滾筒及熱風乾燥處理後之產品，於25℃室溫下密閉於塑膠袋中，貯藏0、2、5個月，測定其顏色、Aw值之變化及吸濕情形結果如表六所示，顯示產品經過貯藏後，顏色變化不大，Aw有稍微的增加(圖二)，在此Aw值下，山藥製品水份含量仍低於10%以下，顯示製品經貯藏後品質相當安定。

八、山藥蛋糕製品之官能品評結果

以紅色血薯爲主原料，配合其他材料製成山藥蛋糕，經官能品評結果 (表七)顯示製品尙可被接受，但並非很好，可再進一步研製更好之配方。

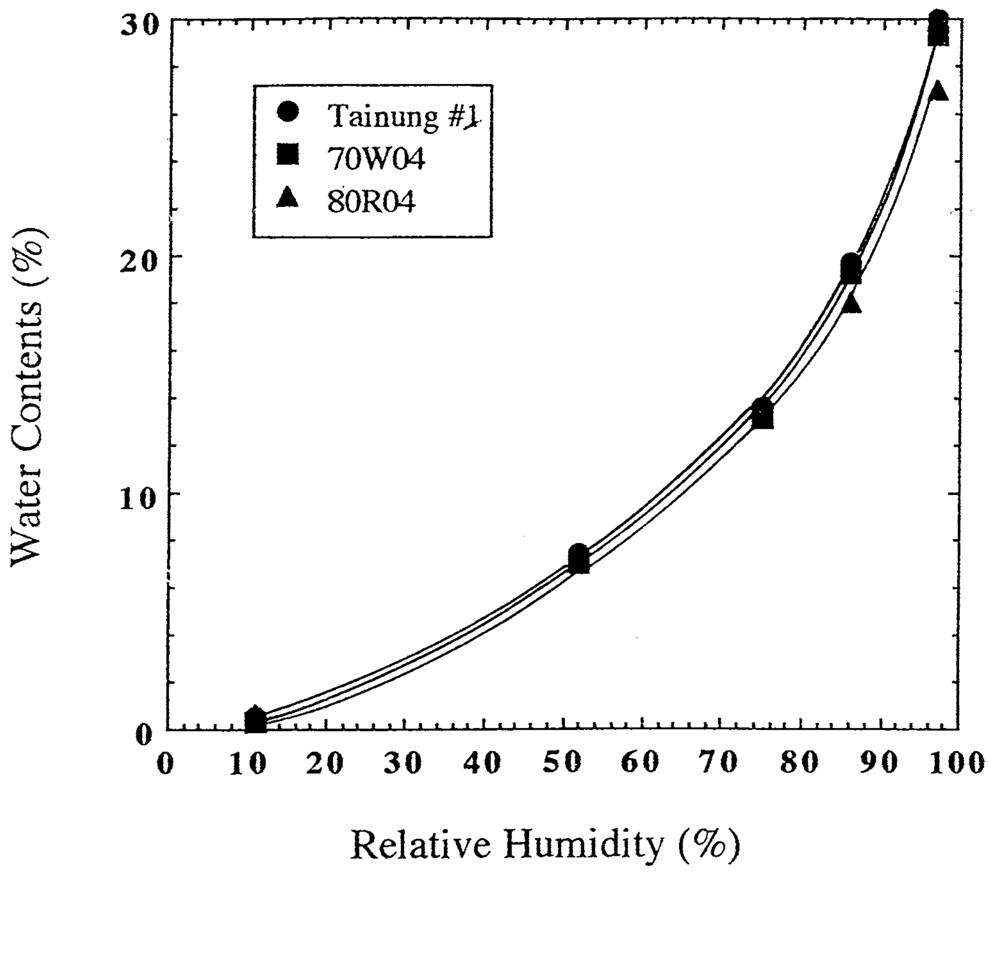
結　　論

山藥的成份以水份、醣與蛋白質含量較多，血薯具有不同台農一號及品保四號山藥之紅色。山藥原料經過0.5%citric acid-0.5%$NaHSO_3$液浸漬處理後，可容易保存山藥原來之顏色，浸漬後之原料，經冷凍乾燥法處理後之產品，品質最好。產品經貯藏後，顏色穩定，且水份含量皆在10%以下，品質安定性佳。



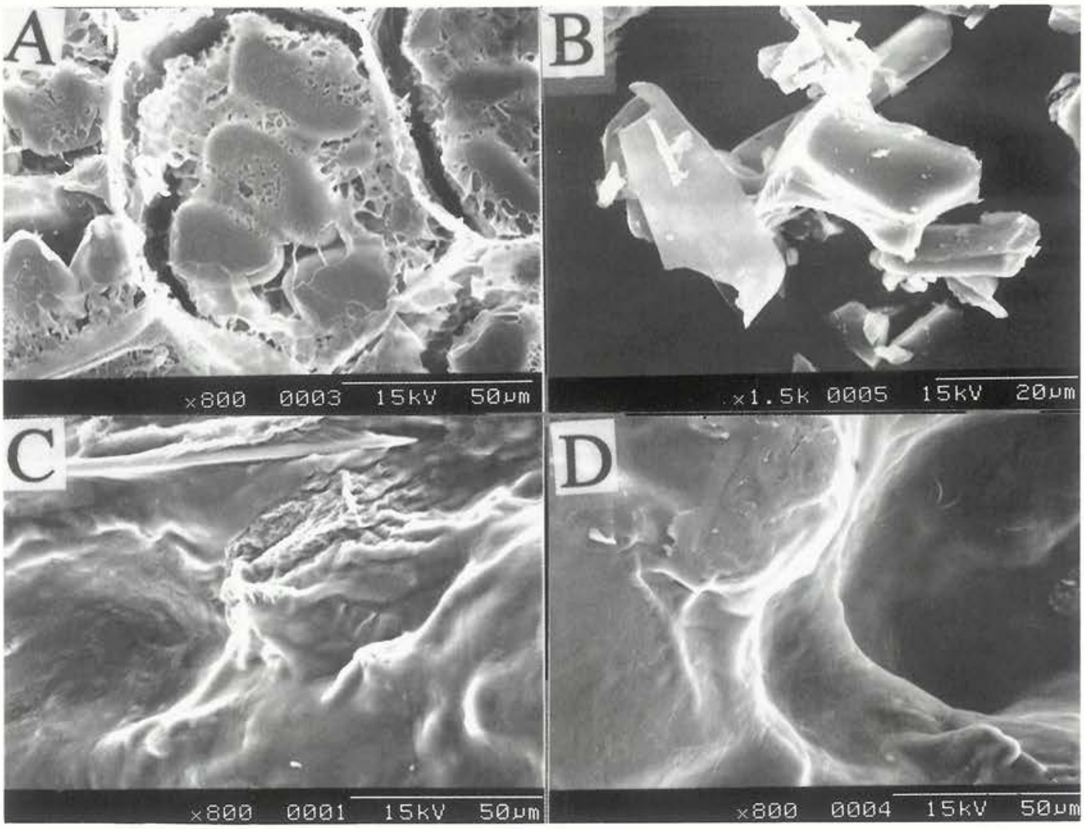
圖二、不同乾燥方法處理對山藥之水份吸濕情形

Fig 2. Water adsorption characteristics of yam products by hot air drying(A), drum drying(B), and freeze drying(C)



圖三、不同品種山藥粉末製品在25℃下之吸濕曲線

Fig 3. Adsorption curves for various types of yam powders at 25℃



圖四、不同乾燥方法處理山藥後之電顯照相圖

Fig 4. Scanning electron micrographs of yam products by different processmg methods. (A)ferrze dry, (B)drum dry, (C)sun dry, (D)air dry

表六、不同山藥粉末製品經貯藏0、2、5個月後，顏色及水活性之變化
Table 6. Color and Aw changes of yam powders with different drying methods for the storage of 0, 2 and 5 months

	freeze drying			hot air drying			drum drying		
	0	2	5	0	2	5	0	2	5
Tainung#1									
L	92.4	91.6	92.4	88.6	88.4	88.3	89.2	89.2	89.6
a	-1.0	-0.8	-0.3	-0.7	-0.3	-0.3	0.4	0.9	1.3
b	9.4	9.1	9.0	11.7	10.9	10.4	13.2	13.3	12.8
Aw	0.06	-	0.16	0.28	-	0.32	0.15	-	0.22
70W04									
L	92.5	92.1	93.1	89.2	87.4	87.8	91.9	91.8	92.8
a	-1.1	-0.9	-0.7	-0.8	-0.6	-0.2	-0.7	-0.5	-0.2
b	9.1	8.9	8.6	10.5	9.5	10.0	10.2	10.1	9.6
Aw	0.18	-	0.31	0.21	-	0.28	0.17	-	0.24
80R04									
L	60.71	59.4	57.9	62.3	62.7	61.3	68.3	68.2	68.7
a	5.49	10.4	11.3	9.2	8.8	8.9	9.1	10.3	10.5
b	-5.04	-5.9	-6.0	-2.4	-1.6	-1.5	7.3	8.3	8.1
Aw	0.05	-	0.10	0.27	-	0.28	0.15	-	0.22

*：0.5%citric acid-0.5%$NaHSO_3$, and**：1% citric acid.

表七、山藥蛋糕之感官品評分數
Table 7、Sensory evaluation of yam cake

Color	Flavor	Aroma	Texture
6.09±1.64	5.60±1.69	6.36±186	5.27±149

謝　　誌

本研究承農委會經費補助(82農建-3.5-糧-04)，胡惠珍和莊麗琴小姐協助實驗室工作，特此謝誌。

參考文獻

1. 行政院衛生署中藥典範編輯委員會：山藥。中華民國中藥典範第一輯660 (1985)。
2. 李玉寶，蔡炯松，周明和：山藥品種比較試驗。台灣省花蓮區農業改良場業務年報，68：77 (1979)。
3. 李秀、賴滋漢：食品加工貯藏，第118頁。精華出版社，台中市 (1975)。

4. 李政德：水分活性與食品的貯藏。食品工業，11：32 (1979)。
5. 那琦，甘偉松，楊榮季：台灣產藥材之生藥學研究(IV)台灣產零餘子之生藥學研究。中國醫藥學院研究年報，9：330 (1978)。
6. 郁宗雄, 陳暵：山藥新品種。豐年25：16 (1975)。
7. 林俊清：山藥。新編生藥學(第1集)，第116頁。高雄醫學院出版，高雄市 (1986)。
8. 張進益：山藥。經濟植物集。豐年38：44 (1988)。
9. 黃金池：山藥－台灣稀有作物系列。農業周刊11：26 (1985)。
10. 彭德昌：利用塑膠管栽培長形山藥。豐年38：49-52 (1988) 。
11. 蔡炯松，周明和：山藥品種對花蓮地區山坡地試驗。台灣省花蓮區農業改良場業務年報, 71：95 (1982)。
12. 劉新裕：千里達山藥之生產能力與品質分析研究。中華農業研究，38：312 (1989)。
13. 劉增棠，黃瑞泉：Dioscoreaceae薯蕷科，Flora of Taiwan (1978)。
14. AOAC. official methods, 14 th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., U.S.A. (1984).
15. Elizabeth Larmond：Laboratory methods for sensory evaluation of food. Canada department of agriculture publication. p.44 (1982).
16. Harold Salwin：Moisture levels required for stability in dehydrated foods Food Technol., 1114 (1963).
17. Young, J.F.：Humidity control in the laboratory using salt solutionsa review. J. Appl. Chem., 17, Sep.：241 (1967).

Preparation of Yam Powders and Its Quality Change during Storage

Chin-Yin Tseng and Zer-Ran Yu
Department of Food Industry, National Chiayi Institute of Agriculture, Chiayi, Taiwan, Republic of China.

Sin-Yie Liu
Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, Republic of China.

ABSTRACT

The procedure of preparing yam powders was developed and the changes in quality of the powder product during storage was also evaluated. Yam tubers were first treated, alone or in combination, with ascorbic acid, citric acid, and sodium bisulfite. The drying treatments included freeze drying, drum drying, air drying, and solar drying. The physicochemical properties were analyzed and scanning electron microscopy was evaluated on the powdered products. The powder was further stored at 25℃ for 5 months and its physical properties was studied. The results indicated that the contents of water, carbohydrate, protein, and residual components of the raw yam material were, 70-80%, 16-21%, 3-5%, and 0-2%, respectively. The best powder product was obtained from 0.5% citric acid-0.5% sodium bisulfite pretreatment followed by freeze drying. Comparison between the freshly made and stored yam powder showed no significant difference in water content and color appearance.

(Key words : Yam, processing, pulverization, storage quality.)

綜合討論

主持人：何偉眞、林子清、林俊彥、杜金池、李良、陳建山

本次研討會與會人員發言踴躍，在綜合討論時段，計有桃園場林維和博士、台灣大學劉麗飛博士、中興大學席裕enquiry先生、台南場溫秀嬌主任、嘉義縣農會黃玉琴小姐、高統食品公司代表、昌泰農產行張道雄先生及農民吳文慶先生等提出寶貴的問題與卓見，經各主持人及相關研究人員熱烈討論後，獲得結論，摘要如次：

1.甘藷品種改良應加强選育抗褐變的食用及食品加工用品種。

2.甘藷加工品之開發：鮮銷市場產品宜先調理，可考慮採眞空包裝，提昇產品品質，食品加工產品，如甘藷脆片flake等即溶食品，亦値得開發。

3.優良甘藷品種推廣之原原種，原種及採種三級繁殖制度應繼續辦理，減少農民直接向嘉義分所洽取種藷，零散推廣，成效不彰。宜採地區性大面積推廣，且可發揮降低生產成本之功效。

4.甘藷機械採收所產生的表皮損傷，應加强研究改進，務期降低表皮破損率，提昇產品的經濟價值。

5.特殊用途的甘藷品種如維他命K含量高的西蒙一號等，其品種特性、產品化學成份資料與用途，應廣爲宣導，可提高產品的實用性及消費量。

6.根類作物之塊根、塊莖發芽後是否可食用問題，因作物種類而異，甘藷仍可食用，馬鈴薯芽眼含有毒素，不可食用。山藥因品種而異，有些品種塊莖有毒不可食用。至於受線蟲危害之塊根或塊莖一般仍可食用。

7.鑑于本省水資源的不足，請考慮發展根莖類作物爲主食的可能性，以取代稻米，減少水資源的依賴。

8.我國將來加入關貿總協(GATT)後，雖然馬鈴薯會開放進口，但育種工作仍須維持進行，馬鈴薯生育期短與甘藷的用途上有互補作用，且可使根莖類作物產品多樣化。

研討會籌備委員及工作人員一覽表

籌備委員：

召集人：	台灣省農業試驗所	杜金池	所　長
委　員：	行政院農業委員會	林子清	科　長
		陳建山	技　正
	台灣省政府農林廳	林俊彥	科　長
	中國文化大學園藝系	李　良	主　任
	台灣省農業試驗所	曹幸之	博　士
		劉新裕	博　士
	嘉義農業試驗分所	程永雄	分所長
		陳一心	主　任

研討會工作人員：

程永雄、陳一心、鄭清煥、徐信次、陳隆澤、廖嘉信、賴永昌、利幸貞
羅淑芳、吳永培、何坤耀、洪士程、王麗媛、鍾志明、張哲瑋、房金翔
葉金桂、賴秋恩、許秀靜、駱清令

專刊編緝工作人員：

主　　編：杜金池、程永雄、陳一心、廖嘉信
協助編校人員：賴永昌、利幸貞、許月華、林三枝、賴秋恩
審稿人員：（依姓氏筆畫爲序）
李　良、吳信淦、林子清、林俊彥、陳建山、張清安、曾富生
曾慶瀛、鄒篪生、劉大江、蔡文福、韓又新、羅幹成

統一編號
0308548300042

ISBN 957-00-4106-4